

01121
14



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

OBTENCIÓN DE CURVAS LIMITE DE VIBRACIÓN
SUPERFICIAL EN LA CUENCA DE MACUSPANA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A N :

ISAID BASILIO MINOR

JONATHÁN RODEA MIRANDA

ASESOR DE TESIS: DR. DAVID MURIÀ VILA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MÉXICO, D.F.

2003

A



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCTG/SEAC/UTIT/ 133/02

Señores
ISAID BASILIO MINOR
JONATHÁN RODEA MIRANDA
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor DR. DAVID MURIA VILA, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrollen ustedes como tema de tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

"OBTENCIÓN DE CURVAS LÍMITE DE VIBRACIÓN SUPERFICIAL EN LA CUENCA DE MACUSPANA."

- I. INTRODUCCIÓN
- II. PRÁCTICAS CONSTRUCTIVAS
- III. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL
- III. PROCESAMIENTO DE REGISTROS
- IV. ANÁLISIS DE DATOS
- V. PROPIEDADES DINÁMICAS DE LAS CASAS
- VI. VALORES PERMISIBLES
- VII. CONCLUSIONES

Ruego a ustedes cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo les recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberán prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria a 15 de septiembre de 2002.
EL DIRECTOR

M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO
GFB/GMP/mctg.

Agradecimientos

autorizo a la Dirección General de Bibliotecas •
UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el
contenido de mi trabajo recepcional.
NOMBRE: María Lucía Rojas
Miranda
FECHA: 2010/1/03
FIRMA: [Firma]

A Dios

A nuestros padres

A nuestra Universidad

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| Introducción | 1 |
| 1. Prácticas constructivas | 3 |
| 1.1 Clasificación de las viviendas | 3 |
| 1.2 Características de las viviendas visitadas | 3 |
| 1.3 Daños observados | 4 |
| 1.4 Selección de viviendas a instrumentar | 5 |
| 2. Metodología experimental | 12 |
| 2.1 Programa de pruebas | 12 |
| 2.2 Estudio de la respuesta estructural | 15 |
| 2.2.1 Pruebas de vibración ambiental | 16 |
| 2.2.2 Pruebas con explosivos | 17 |
| 3. Procesamiento de registros | 18 |
| 3.1 Explosiones | 18 |
| 3.1.1 Historias de aceleración, velocidad y desplazamiento | 19 |
| 3.1.2 Distorsiones | 20 |
| 3.1.3 Obtención de espectros de registros de explosiones | 21 |
| 3.2 Vibración ambiental | 21 |
| 4. Análisis de datos | 24 |
| 4.1 Respuesta estructural ante las explosiones | 24 |
| 4.1.1 Daños observados después de las explosiones | 26 |
| 4.1.2 Efectos de la profundidad, relleno de barreno y carga explosiva | 27 |
| 4.1.3 Factores de amplificación dinámica | 28 |
| 4.2 Identificación de frecuencias de vibración dominantes | 28 |
| 4.2.1 Semiciclo del periodo de la amplitud máxima de velocidad | 29 |
| 4.2.2 Amplitud máxima espectral | 30 |
| 4.2.3 Banda de frecuencia | 30 |
| 4.2.4 Espectros de Fourier de aceleración, velocidad y desplazamiento | 31 |
| 5. Propiedades dinámicas de las casas | 34 |
| 5.1 Identificación de frecuencias de vibración de las casas | 34 |
| 5.2 Efectos de interacción suelo-estructura | 37 |
| 6. Valores permisibles | 38 |
| 6.1 Estimación de la distancia límite para diferentes cargas explosivas | 38 |
| 6.1.1 Distorsión de entepiso | 39 |
| 6.1.2 Análisis para estimar la velocidad de inicio de daño | 39 |
| 6.2 Comparación con curvas de velocidad extranjeras (BM y DIN) | 42 |
| 7. Comentarios y conclusiones | 44 |
| Referencias | 46 |

- Apéndice A** Instrumentación y registros obtenidos de las casas
- Apéndice B** Historias de aceleración, velocidad y desplazamiento
- Apéndice C** Tablas de amplitudes máximas
- Apéndice D** Tablas de frecuencias dominantes
- Apéndice E** Tablas de frecuencias naturales (pruebas de vibración ambiental)
- Apéndice F** Espectros de Fourier y funciones de transferencia
- Apéndice G** Gráficas de amplitudes máximas versus $R/w^{1/3}$ o frecuencia

INTRODUCCIÓN

En la cuenca de Macuspana, en el estado de Tabasco se han llevado a cabo estudios de prospección sísmica por parte de PEMEX para localizar fuentes de hidrocarburos, estos estudios se realizan mediante explosiones. Los propietarios de diversas construcciones de la región, principalmente viviendas unifamiliares de varios tipos estructurales, asumen que dichas explosiones han sido las causantes del deterioro que han sufrido esas estructuras y que este daño se refleja principalmente en el agrietamiento de las mismas, por lo que piden que PEMEX pague las reparaciones correspondientes (Escobar *et al*, 2000).

Debido al gran número de reclamaciones, la empresa solicitó un estudio que tiene como fin establecer criterios para la obtención de curvas límite de vibración superficial y con ello definir si el deterioro ocasionado a las viviendas es o no provocado por los estudios geofísicos.

La aparición de grietas en casi todos los tipos de construcciones es inevitable, la mayoría de estas son superficiales y fáciles de reparar, aunque en algunos casos si los factores son determinantes pueden generar grietas que indiquen una seria falla estructural (Garston, 1966). Diagnosticar la naturaleza de las grietas no siempre es sencillo debido a la diversidad de factores que pueden generarlas, como: humedad (expansión de muros de tabique), cambios de temperatura, deficiencia en la construcción (materiales defectuosos, mano de obra deficiente), asentamientos diferenciales (relleno mal compactado, suelo blando), movimientos del suelo inducidos por maquinaria pesada, sismos o como podría ser el caso en este estudio explosiones.

Para definir si el origen de las grietas es atribuible o no a las explosiones, se seleccionaron siete casas que fueran representativas en cuanto a características constructivas y materiales empleados comúnmente en la región. Las viviendas fueron instrumentadas y sometidas a pruebas con explosivos, se trató que las pruebas fuesen lo más parecidas a los estudios geofísicos realizados en el lugar. En este trabajo se examinaron las vibraciones producidas por las explosiones y el impacto de las mismas en la generación de posibles daños, en casas típicas de la cuenca de Macuspana. Se tomaron en cuenta diversos factores que son de importancia como el tipo de suelo, la cantidad de explosivo, el tipo de relleno y la profundidad de la explosión.

El análisis de la información se hizo a partir de los registros obtenidos en campo los cuales se procesaron con programas de cómputo comerciales así como con programas elaborados en el Instituto de Ingeniería de la UNAM. Para obtener los valores que permitieron definir la curva límite de vibración superficial, se llevó a cabo lo siguiente:

- Revisión de información obtenida en campo
- Procesamiento y análisis de la información, mediante el uso de herramientas matemáticas relacionadas con el análisis convencional de señales. Se integraron



registros de aceleración para obtener velocidades y desplazamientos, y se calcularon los espectros de Fourier

- Análisis e integración de los datos experimentales para la elaboración de las curvas límite de vibración superficial.



1 PRÁCTICAS CONSTRUCTIVAS

1.1 Clasificación de las viviendas.

Se visitaron 71 viviendas en rancherías y colonias de la cuenca. En las viviendas inspeccionadas se observó que los muros de las construcciones son de diferentes materiales como mampostería, madera, lámina metálica y de hoja de palma. De esta variedad de viviendas, las que presuntamente sufrieron daños son las de mampostería. En estas se encontró que sus muros pueden estar contruidos por cuatro diferentes tipos de tabique. El más común es el bloque hueco de concreto con dimensiones de 10x20x40 cm con dos huecos de 6x15 cm. También existe el bloque macizo de concreto con dimensiones similares a las del anterior. El tabique rojo recocido de 7x14x28 cm también es utilizado al igual que el tabique rojo hueco de barro extruído, conocido en la zona como *block poluca* (Escobar *et al*, 2000).

1.2 Características de las viviendas visitadas

Las viviendas visitadas son en su mayoría casas-habitación de un piso, una de ellas funciona como miscelánea, otra como tienda y una más como taller de reparación de aparatos eléctricos. Sólo una vivienda cuenta con dos niveles. Algunas viviendas fueron construidas recientemente aunque en la mayor parte de estas las fechas de construcción varían de 1987 a 1998.

La mayor parte de estas viviendas fueron construidas sin la intervención de especialistas (autoconstrucción), con muros de carga de mampostería hechos de bloque hueco de concreto de 10 cm de espesor con castillos y dalas de concreto reforzado de la misma dimensión. La cimentación esta formada por dalas de concreto reforzado. Los pisos son firmes de concreto o mortero, generalmente sin refuerzo. Los techos son de lámina metálica, de asbesto o de teja, apoyados sobre vigas de madera, de concreto reforzado o perfiles metálicos.

La mayoría de las viviendas visitadas presentan las características anteriores. Cuatro tienen losas monolíticas de concreto reforzado, seis son de *block poluca* y una es de tabique rojo recocido. Existe una con dalas y castillos de concreto reforzado y muros de lámina metálica, una de muros de madera, ambas con techos de lámina metálica y una con muros y techos de palma.

El área en estudio se divide en dos, considerando sus condiciones hidrológicas y topográficas, la zona baja y la zona alta o de lomerios. La primera localizada en la parte norte de la región, hacia el golfo de México, es pantanosa y se inunda estacionalmente y sus suelos son depósitos de arcilla. En la zona baja se tiene que en los primeros 7 a 10 m de profundidad el suelo está constituido por una arcilla muy plástica de color café claro, expansiva. Hasta una profundidad de unos 30 m, se tiene un suelo arcillo-arenoso con lentes de arena. Debajo de este estrato sin conocer el espesor se encuentra un suelo arenoso poco limoso con gran cantidad de fósiles (Escobar *et al*, 2000).



En la segunda zona localizada en la parte sur y suroeste, el terreno también es arcilloso pero contiene limos intercalados con los lentes de arena. Morfológicamente, está constituida por lomeríos de poca altura, no es inundable y típicamente el nivel freático se encuentra entre 5 y 15 m de profundidad. En esta zona existe una secuencia estratigráfica semejante a la zona baja, aunque en lugar de arcillas de color café claro aparecen arcillas rojizas. Se observó que la arcilla rojiza es consistente y que su resistencia al esfuerzo cortante es alta ya que los pozos de agua excavados en el lugar no requieren ademe.

Con base en lo observado en las casas visitadas se identificaron las características generales de las cimentaciones empleadas en la región. En la zona baja las cimentaciones se desplantan sobre un relleno compactado con herramientas de mano. El material de relleno es arcilloso, arcillo-arenoso o limo-arenoso, en ocasiones confinado por muros y en otras por taludes. El relleno tiene por objetivo sobreelevar el nivel de desplante de la losa de piso y poder evitar una posible inundación. En general las cimentaciones están constituidas por dala perimetrales, en algunos casos también se construyen bajo muros interiores, los anchos varían entre 0.2 y 0.6 m y tienen un armado longitudinal compuesto por cuatro varillas de 3/8 de pulgada. La profundidad de desplante varía entre 0.2 y 0.8 m. El ancho de la dala se amplía para recibir castillos formando zapatas. Frecuentemente se construye otra dala a nivel del piso, que es desplantado directamente sobre el material de relleno, en algunos casos sobre una cama delgada de grava apisonada.

Las cimentaciones en la zona alta o de lomerío son semejantes a las de la zona baja. No se utilizan rellenos para sobreelevar la edificación. El espesor del suelo orgánico no es mayor de 0.3 m, usualmente se desplantan los cimientos debajo del suelo orgánico, a unos 50 cm de profundidad aunque en algunos casos la cimentación se hizo hasta 1.2 m. Las casas construidas en terrenos inclinados se nivelan utilizando tabiques apoyados en el terreno a través de un firme (Escobar *et al*, 2000).

1.3 Daños observados

En la inspección se observó que en general la calidad de las construcciones de mampostería construidas en la región es mala, estas viviendas presentan daños en elementos estructurales y/o no estructurales. El confinamiento de los muros de mampostería es deficiente en varios casos. En algunas casas se han hecho ampliaciones posteriores a su fecha de edificación que no se ligaron estructuralmente con la construcción original, por lo que la junta fría entre ambas construcciones presenta agrietamiento.

En general, los daños en los muros y recubrimientos de las construcciones visitadas en la región, se muestran como agrietamiento diagonal, grietas verticales en la parte superior de los muros donde se apoyan vigas o armaduras de los techos que carecen de una dala perimetral y agrietamiento en los pretilles. Alrededor de ventanas y puertas se presentan grietas diagonales, horizontales y verticales. Varios de estos patrones de agrietamiento concuerdan con los que se producen por hundimientos



diferenciales. Se identificó deterioro en muros por falta de mantenimiento, se observaron problemas de humedad. Los niveles de daño se clasificaron como:

- *Ligero*, cuando las anchuras de las fisuras son en los muros de mampostería menores o iguales a 3 mm y en los elementos de concreto reforzado menores o iguales a 1 mm.
- *Intermedio o elevado*, cuando las anchuras son en los muros mayores a 3 mm y en los elementos de concreto reforzado mayor a 1 mm.

La mayoría de las viviendas visitadas presentan niveles de daño ligero. Solo en dos casas se consideró un nivel de daño severo y la rehabilitación debe ser inmediata ya que la seguridad estructural no es la adecuada para que sean habitable. En general no se encontraron grietas que pusieran en peligro la estabilidad estructural de las viviendas ni la seguridad de sus ocupantes. Sin embargo, el nivel de daño no está cumpliendo las condiciones de servicio, y en consecuencia crea inquietud e incomodidad a sus habitantes (Escobar *et al*, 2000).

Los agrietamientos observados en algunos muros, sugieren la posibilidad de hundimientos diferenciales en viviendas desplantadas sobre los rellenos mal compactados que son producto de una deficiente nivelación del terreno.

Los agrietamientos observados en algunos muros, sugieren la posibilidad de hundimientos diferenciales en viviendas desplantadas sobre los rellenos mal compactados que son producto de una deficiente nivelación del terreno.

1.4 Selección de viviendas a instrumentar

Para la instrumentación se eligieron algunas viviendas en la zona alta y otras en la zona baja, esto se hizo con el fin de contar con información de ambas zonas. Al seleccionar las viviendas a instrumentar se buscó que fueran representativas tanto en materiales y técnicas de construcción, como en dimensiones y daños observados de cada una de las zonas donde están construidas.

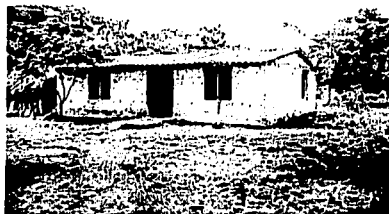
Se tuvo la precaución de que las viviendas seleccionadas estuvieran relativamente alejadas de otras para que al realizar las pruebas las viviendas aledañas no corrieran riesgo alguno y también para que no hubiesen efectos de las pruebas dirigidas a una casa en otra. Con base en lo anterior se eligieron las casas 67, 66, 7, 11, 69-I, 69-II, 70 y 72.

Casa 67

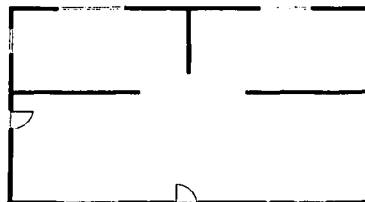
Esta casa se sitúa en la zona baja, construida con bloques macizos que sirven de muros de carga, el techo es de lámina metálica y esta cimentada sobre cadenas perimetrales (fig 1). En esta casa, algunos muros presentan problemas de humedad principalmente en la parte posterior de la casa. Se observó una gran cantidad de grietas en la mayoría de los muros en todas



direcciones (horizontal, diagonal, etc.) con valores de hasta 2 mm de ancho (fig 2).



Vista general



Croquis de planta

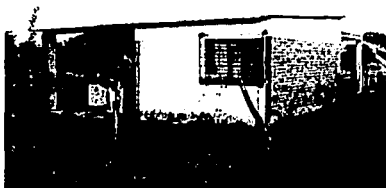
Fig 1 Casa 67



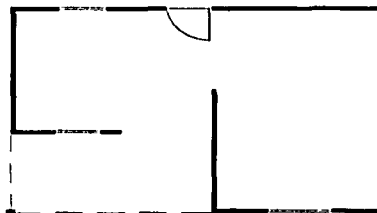
Fig 2 Daños observados en la casa 67 antes de las pruebas con explosiones

Casa 66

Se localiza en la zona de lomas, está construida con bloque hueco y tabique de barro extruido hueco, los muros formados por estos elementos trabajan como muros de carga y el techo es de láminas de zinc (fig 3). La vivienda está cimentada sobre cadenas perimetrales y se encuentra sobre terreno plano.



Vista general



Croquis de planta

Fig 3 Casa 66

En esta casa se observaron una gran cantidad de grietas existentes con anchos de hasta 0.3 mm (fig 4).



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

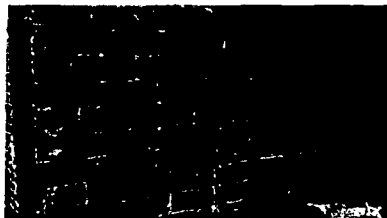


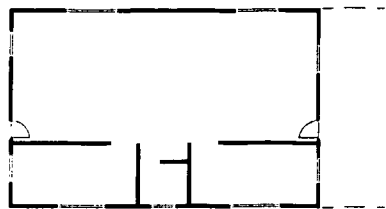
Fig 4 Daños observados en la casa 66 antes de las pruebas con explosiones

Casa 7

Esta vivienda se construyó con bloques huecos que funcionan como muros de carga, el sistema de piso es de lámina de asbesto y la cimentación es a base de zapatas corridas y un firme con malla (fig 5). La casa se localiza en la zona baja.



Vista general



Croquis de planta

Fig 5 Casa 7

Antes de las pruebas con explosivos, en los aplanados exteriores de varios de los muros se observó un numeroso agrietamiento por contracción debido a cambios de temperatura con anchos de hasta 0.04 mm (fig 6).

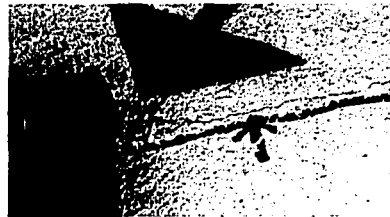


Fig 6 Daños observados en la casa 7 antes de las pruebas con explosiones

Casa 11

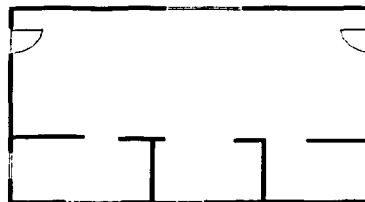
Se construyó con bloques de concreto que funcionan como muros de carga, el techo es de lámina de asbesto y la cimentación se hizo con dalas perimetrales apoyadas sobre relleno de grava (fig 7). La casa se encuentra en la zona alta.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Vista general



Croquis de planta

Fig 7 Casa 11

Se observó un profuso agrietamiento en los aplanados de sus muros pudiéndose atribuir estos a efectos de humedad, de cambios de temperatura y muy probablemente a defectos en su colocación. Algunos aplanados estaban parcialmente desprendidos y otros se habían caído (fig 8). Los anchos de grietas fueron de hasta 0.22 mm.

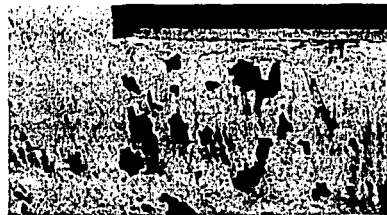


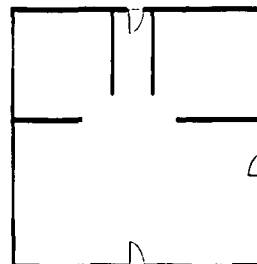
Fig 8 Daños observados en la casa 11 antes de las pruebas con explosiones

Casa 69-I

Vivienda construida con bloques de concreto hueco, el techo es de lámina de acero y su cimentación se resolvió con contratraveses de concreto reforzado (fig 9). Se ubica sobre un terreno plano en la zona alta.



Vista general



Croquis de planta

Fig 9 Casa 69-I



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En esta casa se pudieron apreciar los efectos de los cambios de temperatura en los aplanados de uno de sus muros, las grietas que se registraron por la mañana con espesores de 0.05 mm, se cerraron parcialmente pasando el medio día. Este efecto se le atribuye a la temperatura producida por el sol que caía sobre el muro (fig 10).

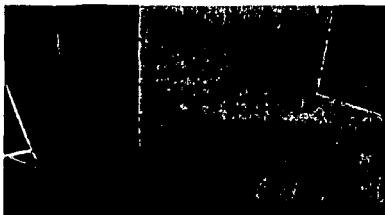


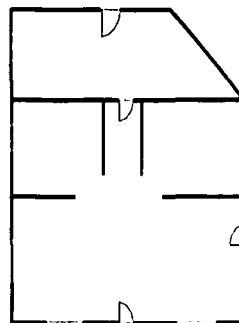
Fig 10 Daños observados en la casa 69-I antes de las pruebas con explosiones

Casa 69-II

Como se explica en el siguiente capítulo, se llevaron a cabo dos etapas de pruebas y la casa 69 fue la única que se consideró en ambas etapas, es por eso que se hace la distinción entre casa 69-I y 69-II. Por lo tanto, la casa 69-II tiene las mismas características que la 69-I con la diferencia de que el propietario construyó una ampliación en la vivienda (fig 11).



Vista general



Croquis de planta

Fig 11 Casa 69-II

Casa 70

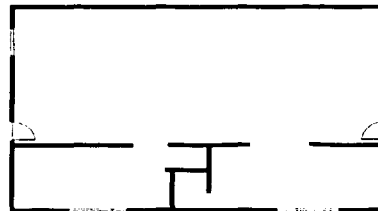
Esta vivienda se construyó con bloques de concreto macizo que trabajan como muros de carga, el sistema de piso es de lámina de asbesto y la cimentación se hizo con contratrabes de concreto reforzado (fig 12).



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Vista general



Croquis de planta

Fig 12 Casa 70

Antes de las pruebas, se identificaron grietas en algunos de sus muros con espesores de hasta 0.04 mm (fig 13).

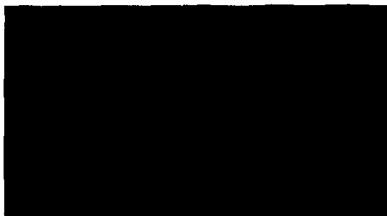


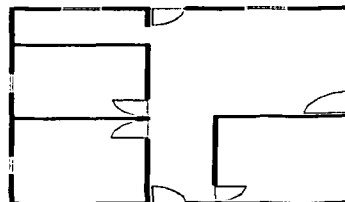
Fig 13 Daños observados en la casa 70 antes de las pruebas con explosiones

Casa 72

Esta vivienda está hecha con bloques de concreto hueco que funcionan como muros de carga, su cimentación es a base de contratraveses de concreto reforzado y esta techada con lámina de asbesto. La casa se localiza en la zona baja.



Vista general



Croquis de planta

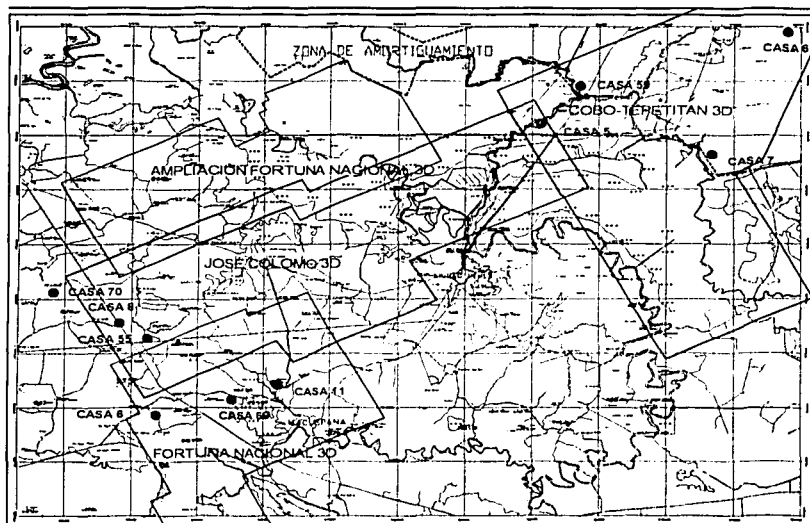
Fig 14 Casa 72

En esta vivienda se identificó un profuso agrietamiento con anchos de grietas de hasta 0.6 mm en los muros. Se pudo apreciar efectos de humedad en la base de los muros.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En la fig 15 aparece la ubicación de las viviendas seleccionadas en la región de Macuspana.



• Casas en las que se realizaron las pruebas

Fig 15 Ubicación en la cuenca de Macuspana de las casas seleccionadas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



2 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

2.1 Programas de pruebas

El programa de pruebas consistió en el registro de los movimientos producidos por las vibraciones ambientales cotidianas del lugar y por las explosiones generadas por cargas explosivas similares a las más típicas de los trabajos de exploración en la región. Para sus estudios, la empresa utiliza tres tipos de explosivos comerciales: Vibrogel 3, Dynoseis y Pentolite, en la tabla 1 se resumen las características los explosivos. Estos explosivos son elaborados expresamente para exploración geofísica. Para las pruebas se utilizó Vibrogel 3 y Pentolite (Escobar *et al*, 2000).

Tabla 1 Características de los explosivos utilizados en las pruebas geofísicas

| Explosivo | Vibrogel 3 | Pentolite | Dynosis |
|--------------------------------|------------|-----------|---------|
| Densidad (g/cm ³) | 1.43 | 1.6 | 1.78 |
| Velocidad (m/s) | 6,100 | 7,900 | 6,700 |
| Presión de Detonación (K-bars) | 133 | 250 | 200 |
| Volumen de Gas (moles/kg) | 25.3 | 27.5 | 23.2 |
| Peso de los cartuchos (kg) | 4.54 | 5 | 5.45 |

Con el fin de poder identificar las distancias a las cuales este tipo de solicitaciones producen daños (ligeros o intermedios) en las viviendas, en cada casa se realizaron explosiones a (240, 120, 60 y 25 m) de distancia al borde de la misma para las pruebas correspondientes a la primera etapa. Cabe señalar que PEMEX realiza normalmente los estudios geofísicos a una distancia mínima de 240 m. Hay algunos casos donde se realizan a 176 m de distancia de la vivienda. Se hicieron barrenos de 3 ½ pulgadas de diámetro, a 30 y 20 m de profundidad con una separación entre ellos de 7 m, con lo que se pretendió evitar básicamente posibles alteraciones inducidas por explosiones previas de barrenos contiguos.

Para este estudio se realizaron dos etapas de pruebas con una diferencia de ejecución entre estas de aproximadamente un año.

En la primera etapa, para las casas 67, 66, 7, 11, 69-I y 70, los barrenos se cargaron con 4.54 kg de explosivo Vibrogel 3, en la mayoría de las pruebas se relleno el barreno con la misma tierra que se extrajo (material de recorte), en algunos casos como en la casa 69-I y 70 se controló el relleno del barreno usando una combinación de arena con grava (GA) y para otros casos material de recorte (MR). El número total de pruebas con explosivos por cada casa fue diez. En la casa 66, se realizaron dos pruebas adicionales P11 y P12 a 17 y 7 m de distancia, respectivamente y a una profundidad de 5 m. En la casa 7 también se hizo una prueba adicional que fue la P11 realizada a 14 m de distancia de la casa y 5 m de profundidad. En la fig 16 se muestra un croquis del programa de pruebas de la primera etapa y en la tabla 2, se resumen las características de las pruebas realizadas.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Con la segunda etapa de pruebas se pretendió completar la información obtenida en la primera. Se instrumentaron dos viviendas: la casa 69-II y la 72. En esta etapa se siguió un programa de pruebas como el que aparece en la fig 17. A diferencia de la primera etapa en donde sólo se utilizó Vibrogel 3 por ser el explosivo más común en este tipo de pruebas, en la segunda etapa se usó también Pentolite, y así contar con información de los efectos producidos por un explosivo más potente. Además se rellenaron los barrenos con material de recorte o con grava y arena. En la tabla 3 se resumen las características de cada una de las pruebas de la segunda etapa. En la casa 69-II se instrumentaron dos puntos (2 y 5) dentro de la vivienda, esto fue para poder hacer una comparación con los resultados obtenidos de la primera etapa. Con el número de pruebas que se realizaron, se tiene información para comparar los efectos producidos por los explosivos usados y por el tipo de relleno (MR y GA).

Tabla 2 Programa de pruebas para las casas de la primera etapa

| Prueba | Distancia al borde de la casa (m) | Profundidad (m) | Carga explosiva Vibrogel (kg) |
|--------|-----------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| P1 | 240 | 30 | 4.54 |
| P2 | 240 | 30 | 4.54 |
| P3 | 240 | 20 | 4.54 |
| P4 | 120 | 30 | 4.54 |
| P5 | 120 | 30 | 4.54 |
| P6 | 120 | 20 | 4.54 |
| P7 | 60 | 30 | 4.54 |
| P8 | 60 | 20 | 4.54 |
| P9 | 25 | 30 | 4.54 |
| P10 | 25 | 20 | 4.54 |
| P11 | 17 614 | 5 | 4.54 |
| P12 | 7 6 5 | 5 | 4.54 |

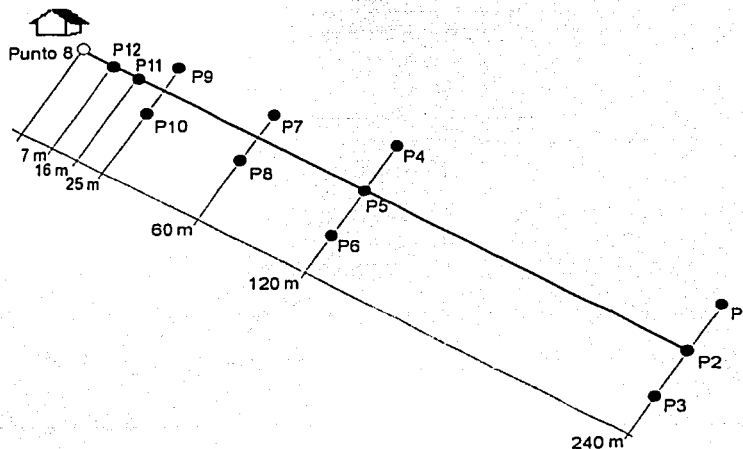


Fig 16 Programa de explosiones para la primera etapa (casas 67,66,7,11,69-I y 70).



TRABAJOS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 3 Programa de pruebas para las casas 69-II y 72

| Prueba | Distancia al punto 88 (m) | Profundidad (m) | Carga explosiva (kg) |
|--------|---------------------------|-----------------|----------------------|
| P1 | 240 | 20 | 4.99 PENT(MR) |
| P2 | 240 | 20 | 4.54VIBR(MR) |
| P3 | 240 | 20 | 4.99 PENT(GA) |
| P4 | 240 | 20 | 4.54VIBR(GA) |
| P5 | 240 | 30 | 4.99 PENT(MR) |
| P6 | 240 | 30 | 4.54VIBR(MR) |
| P7 | 240 | 30 | 4.99 PENT(GA) |
| P8 | 240 | 30 | 4.54VIBR(GA) |
| P9 | 120 | 30 | 4.99 PENT(MR) |
| P10 | 120 | 30 | 4.54VIBR(MR) |
| P11 | 120 | 30 | 4.99 PENT(GA) |
| P12 | 120 | 30 | 4.54VIBR(GA) |
| P13 | 60 | 20 | 4.99 PENT(MR) |
| P14 | 60 | 20 | 4.54VIBR(MR) |
| P15 | 60 | 20 | 4.99 PENT(GA) |
| P16 | 60 | 20 | 4.54VIBR(GA) |
| P17 | 60 | 30 | 4.99 PENT(MR) |
| P18 | 60 | 30 | 4.54VIBR(MR) |
| P19 | 60 | 30 | 4.99 PENT(GA) |
| P20 | 60 | 30 | 4.54VIBR(GA) |

VIBR - Vibrogel

PENT - Pentolite

MR - Material de recorte

GA - Grava y arena

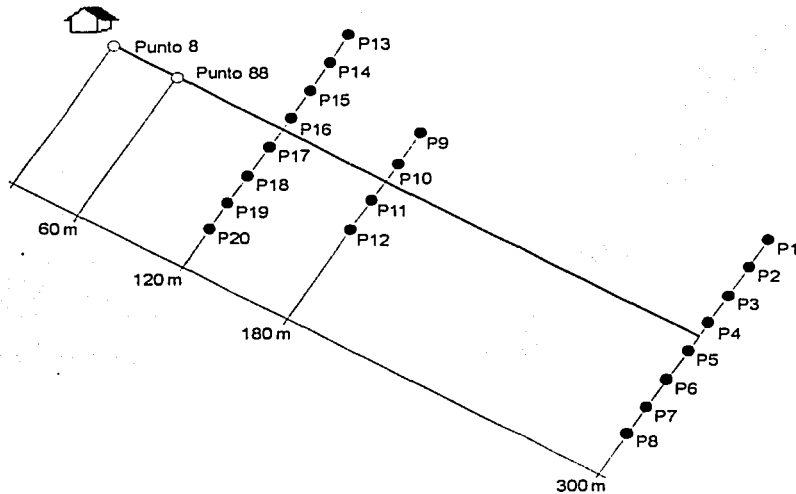


Fig 17 Programa de explosiones para la segunda etapa (casas 69-II y 72). Cada pozo de prueba está separada 6 m



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

2.2 Estudio de la respuesta estructural

El registro de la respuesta de las viviendas seleccionadas ante las explosiones se realizó con diez servo-acelerómetros uniaxiales de la marca Donner y con dos o tres arreglos de servo-acelerómetros uniaxiales de la marca Kinemetrics que se distribuyeron en puntos estratégicos dentro de la vivienda y en el terreno circundante. En las figs A1 a A8 del apéndice A se muestran los croquis de las casas con la ubicación de los instrumentos.

El dispositivo experimental de los servo-acelerómetros Donner estuvo compuesto por diez sensores que se conectaron a unos acondicionadores de señal a través de cables blindados, esto con el fin de reducir al mínimo el ruido ajeno a las vibraciones de interés (fig 18). Las señales acondicionadas se enviaron a una microcomputadora, donde con el auxilio de un convertidor analógico-digital se capturaron las señales de los sensores (Muriá Vila *et al*, 1995).

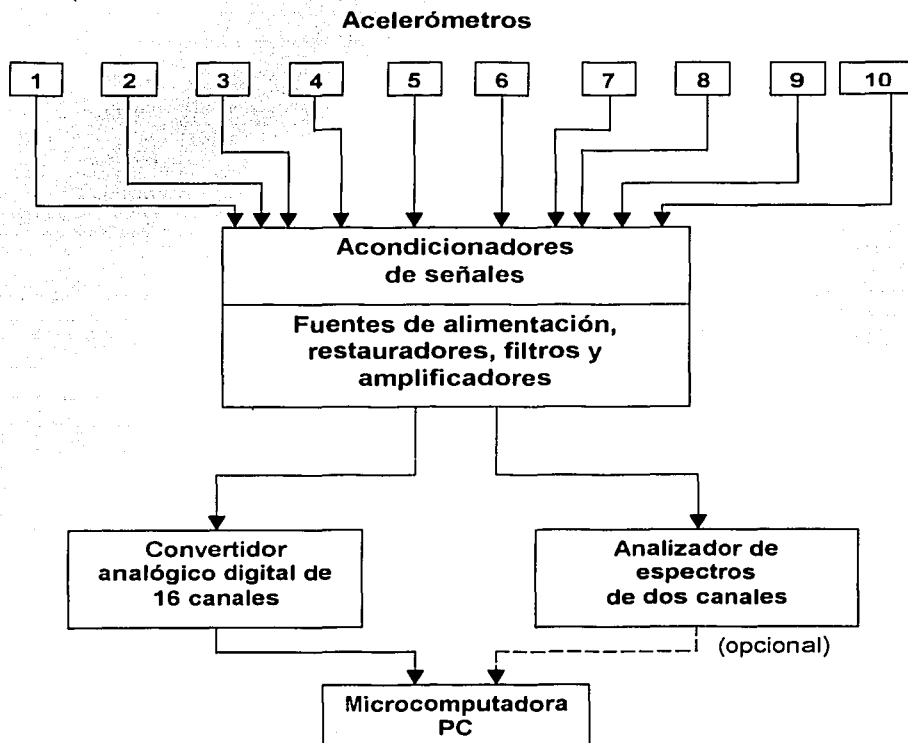


Fig 18 Dispositivo experimental para capturar las señales de los sensores Donner



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En la fig 19 se muestra la distribución general de los acelerómetros Donner. Con ellos se capturó la historia de aceleración en cada uno de los puntos instrumentados en la vivienda para la correspondiente dirección (vertical, longitudinal o transversal). Con la distribución propuesta y contando con la información procesada en el dominio de la frecuencia, es posible identificar una serie de parámetros que son utilizados en el estudio. Se pueden obtener las frecuencias naturales de vibrar de la estructura y del suelo en dirección transversal y longitudinal, para ello se usan los datos obtenidos de los instrumentos en los puntos 1L, 1T, 2L, 4T, 4L, 8L y 8T.

Con la información de los puntos 1T y 2T se puede determinar la frecuencia de torsión de la estructura. Se pueden calcular los factores de amplificación con los datos extraídos de los puntos 1 y 4 (T y L) y 1 y 8 (T y L). Con la información obtenida de puntos en la base de la estructura (punto 4 o 6) y en el terreno (punto 8) se tendrá la posibilidad de verificar la existencia de los efectos de interacción suelo-estructura.

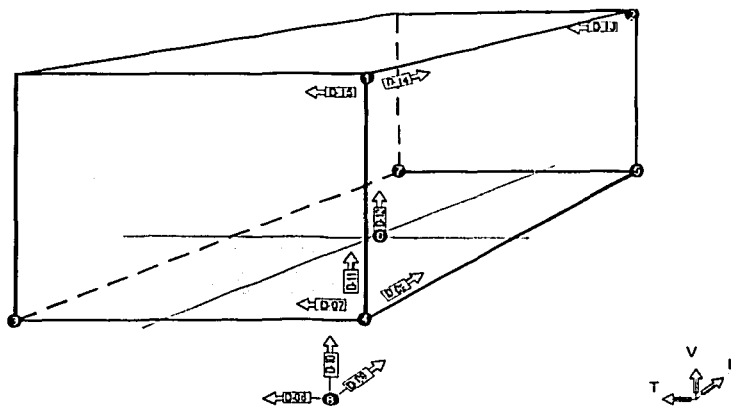


Fig 19 Distribución de sensores Donner

2.2.1 Pruebas de vibración ambiental

En cada una de las estructuras se hicieron dos pruebas de vibración ambiental, una antes de las pruebas con explosivos y otra al finalizar estas. En las casas 66 y 7 se realizó una prueba adicional al concluir las pruebas con detonaciones de 25 m. Se empleó la misma instrumentación que para las explosiones, a fin de captar las vibraciones características de las estructuras ante pequeñas amplitudes.



TESIS CON
FALLA DE CIRCUN

2.2.2 Pruebas con explosivos

Para identificar los efectos que este tipo de solicitaciones pueden producir en las viviendas se llevó a cabo lo siguiente:

- Antes de iniciar las pruebas con explosivos, se realizó un levantamiento detallado de las características de la vivienda. Se identificaron las grietas observadas y en general los elementos estructurales deteriorados.
- Con el dispositivo mostrado en la fig 20 se midieron los desplomes. El emisor lanza un haz de luz que puede ir directamente a un punto de medición o ser reflejado hacia otro punto. La existencia de desplome implica que en el punto de medición habrá un corrimiento del haz que puede ser medido.

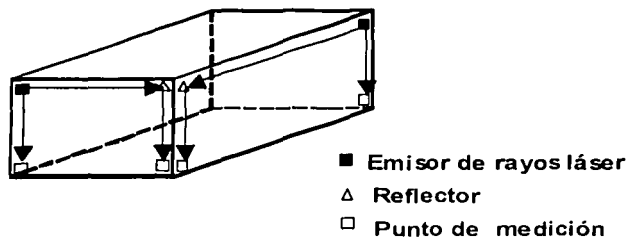


Fig 20 Dispositivo para medir desplomes

- Los anchos de grietas fueron medidos con el uso de una mica de plástico transparente similar a la que se muestra en la fig 21 llamada grietómetro. Observando las grietas y superponiendo el grietómetro se define el ancho de grieta correspondiente a la medida que se ve en la mica. Para medir grietas menores a 0.05 mm se usó una lupa con una retícula graduada que mide anchos de hasta 0.04 mm.

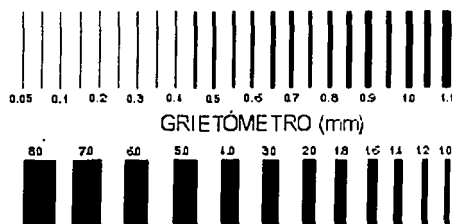


Fig 21 Grietómetro

- El programa de pruebas se inició con los barrenos situados a mayor distancia del borde de cada casa.
- Después de cada explosión se inspeccionó ocularmente la vivienda para señalar posibles daños adicionales y se midieron nuevamente anchos de grieta y desplomes.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3 PROCESAMIENTO DE REGISTROS

3.1 Explosiones

Con el dispositivo experimental descrito se logró capturar y almacenar íntegramente las señales de este tipo de pruebas, después de las explosiones se llevaba a cabo un levantamiento de los daños que pudieran haberse provocado.

En total se obtuvieron 1399 registros utilizables de todas las pruebas que se programaron y en el apéndice A, tablas A1 a A8 se muestran los registros usados en este estudio.

Las señales obtenidas con instrumentos Donner de las pruebas realizadas con explosivos y almacenadas en la microcomputadora se analizaron por casa. En primer lugar, se revisaron los registros, para ello, con la ayuda de un programa elaborado en el Instituto de Ingeniería de la UNAM, se visualizaron los registros capturados para verificar:

- Calidad de la señal: esto es que el registro se encontrara sin ruidos (componentes registradas ajenas al fenómeno de interés) cuya amplitud afectara a la señal.
- Saturación: Cuando el umbral de medición del instrumento es rebasado. En algunos casos puede ser fácilmente identificado mediante la simple observación del registro, esto se presentó con mayor frecuencia en las pruebas más cercanas a las casas. Cuando no era identificable por simple inspección fue necesario recurrir a los valores máximos del registro para revisar si cuantitativamente rebasaban el valor del umbral de medición del sensor (se usaron sensores con capacidad de 1g y 0.5 g)

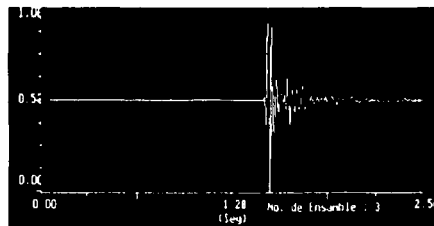
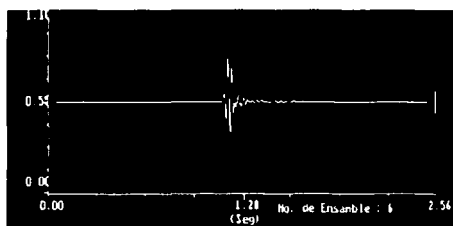


Fig 22 Ejemplo de visualización de un registro no saturado (izquierda) y de un registro saturado (derecha)

Posteriormente, cada registro fue afectado por la constante de calibración del instrumento que correspondiera de acuerdo a la instrumentación establecida y se seleccionó sólo el tramo que contuviera la señal de la explosión; en la mayor parte de los registros fue suficiente seleccionar de 3 a 5 segundos del total del registro.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Con el uso de un programa de cómputo, se obtuvieron los archivos de datos de aceleración, estos archivos contienen de 600 a 800 puntos dependiendo del intervalo de tiempo seleccionado. Adicionalmente se trabajaron registros que fueron capturados con sensores de la marca Kinematics (EPI y FBA) cuyo intervalo de digitalización es de 0.01 s a diferencia de los instrumentos Donner que para el caso en estudio registraron la señal con un intervalo de 0.005 s (200 Hz).

3.1.1 Historias de aceleración, velocidad y desplazamiento

En los tramos seleccionados de los registros, se procedió a efectuar la corrección de línea base para determinar el eje de aceleración cero, ya que los registros al ser capturados, inician con un desplazamiento del eje de aceleraciones nulas, por lo que es necesario hacer esta corrección tomando un promedio de la señal y restarlo a todas las amplitudes del registro logrando así que cada señal inicie prácticamente en cero (fig 23).

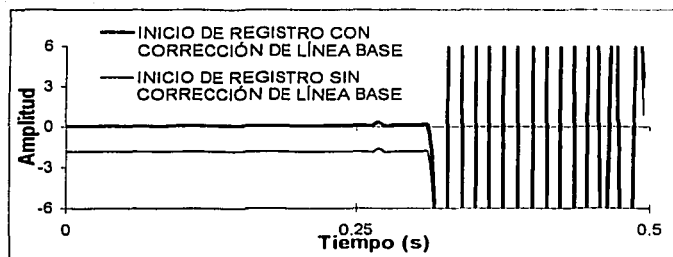


Fig 23 Acercamiento del inicio de un registro con y sin corrección de línea base

En cada registro, mediante un filtrado de 1 Hz (en la mayor parte de los casos), se eliminaron los componentes frecuenciales que no son de interés. Tanto el filtrado como la corrección de línea base son necesarios, ya que de no efectuarse se tienen problemas numéricos de integración. La integración de los registros acondicionados de aceleración permite obtener registros de velocidad y con la integración de éstos se obtienen registros de desplazamiento. En la fig 24 aparece la historia de aceleración, velocidad y desplazamiento y el espectro de Fourier para todas las pruebas de la casa 7 en el punto 8 componente vertical. Se puede apreciar el efecto de la distancia a la que se realizó cada explosión comparando las amplitudes de las señales, a menor distancia se tienen mayores amplitudes.

En el apéndice B se presentan las historias de aceleración, velocidad y desplazamiento de las pruebas más significativas para las casas indicadas (figs B1 a B8). En el apéndice C, se encuentran las tablas C1 a C8, que contienen los valores de amplitud máxima de aceleración, velocidad y desplazamiento de cada una de las pruebas.



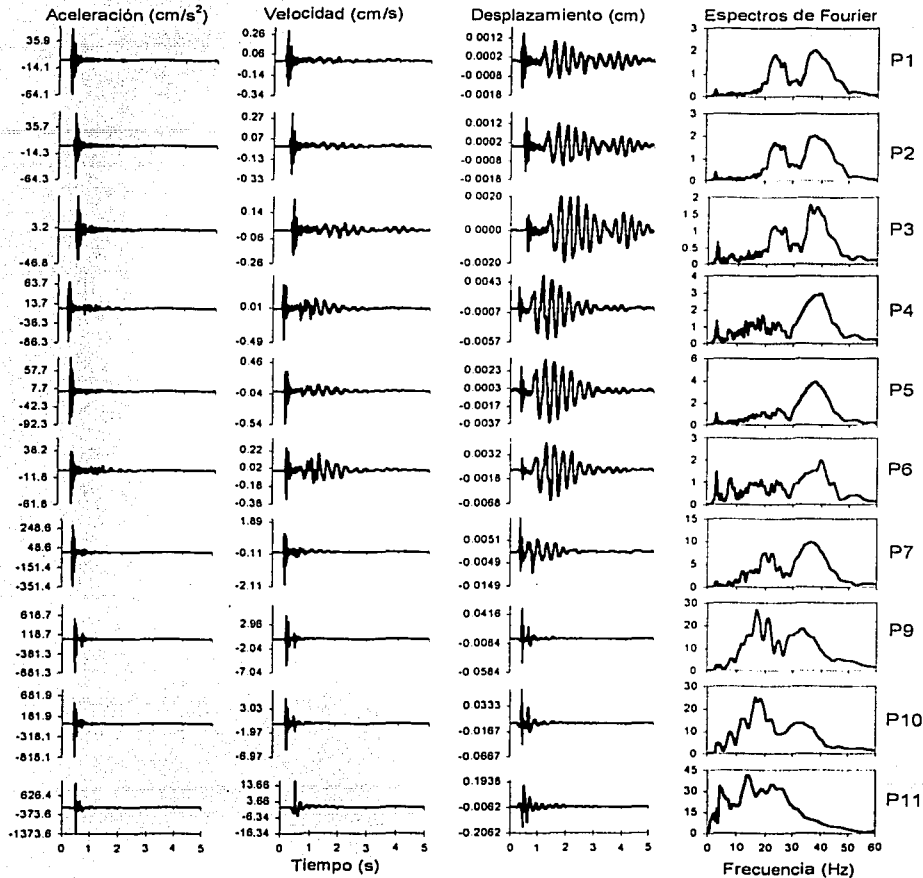


Fig 24 Historias de aceleración, velocidad y desplazamiento y espectro de Fourier para todas las pruebas de la casa 7 en el punto B en dirección vertical

3.1.2 Distorsiones

La distorsión es un parámetro que proporciona una medida del desplazamiento relativo entre un punto ubicado en un nivel de una estructura y otro ubicado en el nivel inferior (o nivel de desplante).

Se obtuvieron las historias de distorsión de entrepiso para las casas restando los desplazamientos correspondientes al mismo instante de la azotea menos el de la



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

base en la misma esquina y dividiendo entre la altura de la casa (distancia entre los instrumentos), lo anterior se realizó para las direcciones L y T. En la tabla 4 se muestran los valores máximos de distorsión para cada casa.

Tabla 4 Valores máximos de distorsión para cada casa

| Prueba | casa 67 | | casa 66 | | casa 7 | | casa 11 | | casa 69 (1ª etapa) | | casa 70 | |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|----------|----------|----------|
| | max T | max L | max T | max L | max T | max L | max T | max L | max T | max L | max T | max L |
| P1 | 2.42E-04 | 1.14E-04 | 6.81E-05 | 5.19E-05 | 2.92E-04 | 8.85E-04 | 5.00E-05 | 3.27E-04 | 2.24E-04 | 2.15E-04 | 1.08E-04 | 3.43E-04 |
| P2 | 2.16E-04 | 1.14E-04 | 7.63E-05 | 4.56E-05 | 2.89E-04 | 9.26E-04 | 3.47E-05 | 1.53E-04 | | | 2.36E-04 | 3.64E-04 |
| P3 | 1.67E-04 | | 1.03E-04 | 4.63E-05 | 2.44E-04 | 1.29E-03 | 4.81E-05 | 3.12E-04 | | | 2.06E-04 | 3.19E-04 |
| P4 | | | 1.94E-04 | 1.63E-04 | 3.97E-04 | 3.03E-03 | 1.63E-04 | | 3.90E-04 | 4.37E-04 | 2.26E-04 | 5.30E-04 |
| P5 | | | 2.24E-04 | 1.40E-04 | 4.16E-04 | 1.72E-03 | 1.75E-04 | 3.79E-04 | 4.02E-04 | 4.64E-04 | 2.26E-04 | 4.29E-04 |
| P6 | 7.17E-04 | 6.04E-04 | 4.25E-04 | 5.08E-04 | 3.92E-04 | 3.48E-03 | 3.60E-04 | 3.14E-03 | 3.15E-04 | 4.76E-04 | 3.75E-04 | 9.79E-04 |
| P7 | 1.22E-03 | 8.14E-04 | 1.10E-03 | 1.19E-03 | 1.70E-03 | 6.23E-03 | 2.79E-04 | 1.81E-03 | 1.03E-03 | 1.12E-03 | 4.54E-04 | 8.44E-04 |
| P8 | 1.21E-03 | 6.35E-04 | 9.52E-04 | 1.04E-03 | | | 5.56E-04 | 4.14E-03 | 8.80E-04 | 1.23E-03 | 1.47E-03 | 4.60E-03 |
| P9 | 5.66E-03 | 2.99E-03 | 1.24E-03 | 1.50E-03 | 6.21E-03 | 2.51E-02 | | | 2.81E-03 | 3.57E-03 | 2.16E-03 | 2.98E-03 |
| P10 | 4.75E-03 | 1.54E-03 | 6.06E-03 | 3.76E-03 | 5.99E-03 | 2.16E-02 | 3.98E-03 | 2.32E-02 | 3.35E-03 | 5.55E-03 | 6.16E-03 | 8.40E-03 |
| P11 | | | 2.71E-02 | 1.09E-02 | 1.74E-02 | 1.01E-01 | | | | | | |
| P12 | | | 1.36E-01 | 2.94E-02 | | | | | | | | |

| Prueba | casa 69 (2ª etapa) | |
|--------|--------------------|----------|
| | max T | max L |
| P1 | 6.83E-05 | 1.07E-04 |
| P2 | 6.09E-05 | 9.22E-05 |
| P3 | 6.61E-05 | 1.02E-04 |
| P4 | 1.13E-04 | 1.30E-04 |
| P5 | 1.10E-04 | 1.36E-04 |
| P6 | 1.16E-04 | 1.52E-04 |
| P7 | 1.10E-04 | 1.55E-04 |
| P8 | 2.27E-04 | 4.13E-04 |
| P9 | 2.43E-04 | 4.18E-04 |
| P10 | 2.80E-04 | 4.54E-04 |
| P11 | 2.29E-04 | 3.81E-04 |
| P12 | 2.48E-04 | 4.97E-04 |
| P13 | 2.30E-04 | 5.26E-04 |
| P14 | 2.40E-04 | 5.39E-04 |
| P15 | 3.94E-04 | 6.72E-04 |
| P16 | 3.90E-04 | 6.36E-04 |
| P17 | 4.24E-04 | 6.69E-04 |
| P18 | 3.66E-04 | 6.14E-04 |
| P19 | 1.63E-04 | 3.06E-04 |

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.1.3 Obtención de espectros de los registros de explosiones

Con los registros de aceleración acondicionados se llevó a cabo la obtención de sus respectivos espectros de Fourier mediante la transformada rápida de Fourier así como algunas funciones de transferencia entre pares de espectros, principalmente para identificar las frecuencias dominantes de vibrar de la estructura y también para comparar los efectos de las diferentes variables (tipo de explosivo, profundidad de la explosión, tipo de relleno, etc).

3.2 Vibración Ambiental

Las pruebas de vibración ambiental son una técnica desarrollada para encontrar las propiedades dinámicas de las estructuras tales como frecuencias naturales y modos



de vibrar basados en la excitación que producen a la estructura el uso de la misma, el viento, el paso de personas, vehículos, etc (Murià Vila *et al*, 1995).

Para este estudio, las señales de vibración ambiental que se registraron tuvieron una duración de aproximadamente 13 minutos que se dividen en 80 eventos de 10.24 s. En general, las amplitudes obtenidas en este tipo de pruebas son del orden de 10^{-4} a 10^{-5} veces la aceleración de la gravedad.

Los registros obtenidos de este tipo de pruebas fueron revisados para determinar si había eventos saturados y se aplicaron las constantes de calibración correspondientes, en este caso se obtuvieron densidades espectrales de cada una de las señales, así como entre pares de señales se calcularon funciones de transferencia en amplitud y fase, y las correspondientes funciones de coherencia; para ello se seleccionan algunos de los puntos como referencia. Para identificar las frecuencias naturales de vibrar es importante utilizar las funciones de transferencia y coherencia porque, de considerar sólo las densidades espectrales, podrían cometerse errores debido a la presencia de ordenadas ajenas a las frecuencias naturales de la estructura.

En las pruebas de vibración ambiental que se llevaron a cabo, se utilizó una banda de frecuencia máxima de 0-50 Hz. Se determinó así por que se observó que para este tipo de estructuras existen amplitudes importantes asociadas a frecuencias altas.

Para interpretar la información que se obtiene de las pruebas de vibración ambiental, se utilizan conceptos relacionados con el análisis de señales de los cuales es necesario conocer su sentido físico. Para la obtención de los parámetros de interés (frecuencias naturales de vibración) es conveniente trabajar la información registrada en el dominio del tiempo transformada al dominio de la frecuencia, esta transformación es posible con la aplicación de la transformada de Fourier.

Siendo $x(t)$ la señal registrada en el dominio del tiempo, la transformada de Fourier, para esta función se expresa como:

$$X(f) = \int_0^T x(t) e^{-i2\pi ft} dt \quad (1)$$

Siendo

T: la duración de la señal

$i = \sqrt{-1}$

f = frecuencia de análisis

La expresión (1) puede escribirse como:

$$X(f) = \int_0^T x(t) \cos 2\pi ft dt - i \int_0^T x(t) \sin 2\pi ft dt$$

Es decir, está compuesta por una parte real y una parte imaginaria

$$\ddot{X}(f) = \dot{R}(f) - i\dot{I}(f)$$

y las amplitudes del espectro de Fourier son:

$$\dot{X}(f) = \left\{ [\dot{R}(f)]^2 + [\dot{I}(f)]^2 \right\}^{1/2}$$

La expresión anterior corresponde a obtener el módulo de un número complejo.

Las ordenadas espectrales se suavizan para disminuir los efectos causados por el ruido instrumental y el cálculo numérico.

El auto-espectro de potencia de una señal se calcula de acuerdo con

$$S_{xx}(f) = X^*(f)X(f)$$

Donde $X^*(f)$ es el espectro conjugado de Fourier.

$$X(-f) = X^*(f)$$

Como el espectro de amplitud es una función de simetría, implica que

$$S_{xx}^*(f) = S_{xx}(-f)$$

Dada esta propiedad, es conveniente definir al espectro de potencia de la forma siguiente

$$G_{xx}(f) = \begin{cases} 2S_{xx}(f) & ; f > 0 \\ S_{xx}(f) & ; f = 0 \\ 0 & ; f < 0 \end{cases}$$

El espectro cruzado de potencia esta dado por:

$$S_{xy}(f) = X^*(f)Y(f)$$

Donde $X(f)$ y $Y(f)$ son funciones de dos señales diferentes.

$$G_{xy}(f) = \begin{cases} 2S_{xy}(f) & ; f > 0 \\ S_{xy}(f) & ; f = 0 \\ 0 & ; f < 0 \end{cases}$$



La determinación de las propiedades dinámicas de un sistema requiere de la obtención de la información en el dominio de la frecuencia propia de dicho sistema. Para lograr esto se estiman las funciones de transferencia en amplitud y ángulos de fase, así como las funciones de coherencia entre dos señales.

Las funciones de transferencia se pueden obtener:

1. Con el cociente de los auto-espectros o de los espectros de Fourier de dos señales

$$FT = \left(\frac{G_{xx}(f)}{G_{yy}(f)} \right)^{1/2} = \frac{X(f)}{Y(f)}$$

2. Con el cociente del espectro cruzado de las dos señales consideradas y el auto-espectro de una de ellas

$$FT_{xy} = \frac{G_{xy}}{G_{xx}} \quad FT_{yx} = \frac{G_{yx}}{G_{yy}}$$

Estas funciones de transferencia son iguales sólo si las dos señales están relacionadas linealmente. La determinación de la correlación de cada componente frecuencial de dos señales es recurriendo a la relación que hay entre las funciones del espectro cruzado y los auto-espectros de cada señal

$$|G_{xy}(f)|^2 \leq G_{xx}(f) G_{yy}(f)$$

y la función de coherencia

$$C^2(f) = \frac{|G_{xy}(f)|^2}{G_{xx}(f) G_{yy}(f)}$$

donde:

$$0 \leq C^2(f) \leq 1$$

Los valores de la coherencia varían de cero a uno. Cuando el valor de la coherencia es igual a uno significa que hay una relación lineal completa entre las dos señales, si es igual a cero dicha relación es nula. La función de coherencia de cada par de señales analizadas se evalúa dividiendo estas en segmentos.

Respecto al ángulo de fase, éste se obtiene con base en el cociente de la parte real y la parte imaginaria de la función del espectro cruzado de potencia

$$G_{xy}(f) = A_{xy}(f) + iB_{xy}(f)$$

$$\theta_{xy}(f) = \tan^{-1} \frac{B_{xy}(f)}{A_{xy}(f)}$$



4 ANÁLISIS DE DATOS

4.1 Respuesta estructural ante las explosiones

La investigación del comportamiento de estructuras sujetas a vibraciones por explosiones involucra el análisis de las características de los movimientos inducidos al suelo en la vecindad de la vivienda, la respuesta dinámica de la estructura provocada por dichos movimientos y el umbral en el cual se generaran los posibles daños. La respuesta de una estructura a la vibración del suelo en este estudio se realizó con el análisis de propiedades dinámicas de las viviendas y distorsiones máximas en combinación de una cuidadosa inspección visual de daños. En este trabajo el análisis se concentra en las frecuencias de vibrar de las viviendas, que se determinan al aplicar un análisis matemático a partir de registros en la historia del tiempo obtenidos en campo. Los registros de respuesta estructural a explosiones que están en el dominio del tiempo no permiten una evaluación directa de la frecuencia, por lo tanto se requiere de la aplicación del análisis de Fourier.

El análisis de la información obtenida de las pruebas de explosiones es de gran importancia en el estudio de este trabajo, ya que a partir de las amplitudes máximas de las historias de aceleración, velocidad y desplazamiento, se obtendrán parámetros para la generación de las curvas límite.

Como se tenía previsto, las detonaciones hechas a 17 y 7 m en la casa 66 y 14 m en la casa 7 fueron las que produjeron las mayores amplitudes en aceleración, velocidad y desplazamiento, en algunos casos no se determinaron los valores máximos correspondientes ya que la excitación superó la capacidad de captura de los instrumentos.

Como se mencionó la distancia más cercana a las casas que PEP ha establecido para sus exploraciones geofísicas es de 240 m, pero hay casos de hasta 176 m, por esa razón en las tablas 5 y 6 se resumen los valores de amplitud máxima de aceleración y velocidad para las pruebas realizadas a 240 m y 120 m medidas en la superficie del terreno (punto 8).

Tabla 5 Valores de amplitudes máximas de las casas de la zona baja para explosiones a 240 y 120 m de distancia de la casa

| R (m) | CASA Componente | 67 | | 7 | | 72 | |
|----------|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | T | V | T | V | L | V |
| 240 | Aceleración (cm/s ²) | 13 | 7.9 | 13 | 64 | 73 | 134 |
| 120 | Velocidad (mm/s) | 0.7 | 3.3 | 0.8 | 3.1 | 2.9 | 4.5 |
| 240 | Aceleración (cm/s ²) | 26 | 92 | 57 | 93 | 161 | 270 |
| 120 | Velocidad (mm/s) | 1.2 | 6.2 | 2.5 | 5.2 | 6 | 12 |



Tabla 6 Valores de amplitudes máximas de las casas de la zona alta para explosiones a 240 y 120 m de distancia de la casa

| R (m) | CASA | 66 | | 11 | | 69 | | 70 | |
|----------|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|
| | Componente | T | V | L | V | T | V | L | V |
| 240 | Aceleración (cm/s ²) | 20 | 29 | 6 | 27 | 31 | 91 | 33 | 116 |
| 120 | Velocidad (mm/s) | 0.7 | 0.9 | 1.2 | 2.2 | 1.4 | 3.9 | 1.4 | 5.3 |
| 240 | Aceleración (cm/s ²) | 64 | 261 | 35 | 142 | 74 | 243 | 64 | 179 |
| 120 | Velocidad (mm/s) | 2 | 13 | 3.3 | 8.3 | 4.4 | 13.9 | 3.6 | 8.6 |

Para las casas de la zona baja (67, 7 y 72) las amplitudes mayores correspondieron a la casa 72 para 240 y 120 m. Para las casas de la zona alta (66, 11, 69 y 70), a 240 m las mayores amplitudes correspondieron a la casa 70 y a 120 m correspondieron a las casas 69 y 66. Las amplitudes máximas se manifestaron en las casas que se encuentran en la zona baja.

En las tablas C1 a C8 del apéndice C, aparecen los valores de amplitudes máximas correspondientes a todos las pruebas y a los diferentes puntos instrumentados.

4.1.1 Daños observados después de las explosiones

Los daños visibles producidos por las explosiones en las casas estudiadas fueron los siguientes:

- **Casa 67:** En la realización de la prueba 7 (60 m) se presentó un incremento de 2 cm en la longitud de una de las grietas de 0.015 mm de espesor observada inicialmente en uno de sus muros.
- **Casa 66:** Presentó daños en los muros en la prueba 11 (7 m). Como consecuencia de ésta se observó la aparición de grietas en dirección diagonal en dos de los muros con un ancho de hasta 1.2 mm. Cabe mencionar que el agrietamiento, en este caso, se observó directamente sobre los muros ya que carecía de aplanados.
- **Casa 7:** Se observó un ligero incremento en el ancho de las grietas iniciales en algunos de los aplanados de los muros, en un caso este incremento fue de 0.01 mm mientras que en otro fue de 0.05 mm. Algunas de las grietas originales de los aplanados incrementaron su longitud hasta en 35 cm a partir de la prueba 8 (60 m). En la prueba 5 (120 m) se pudo observar la aparición de una grieta nueva de 0.05 mm de ancho en el aplanado de un muro.
- **Casa 11:** A partir de la prueba 5 se observó incrementos de hasta 0.1 mm de ancho en algunas de las grietas existentes en los aplanados de sus muros debido a detonaciones ocurridas a 120 m de distancia o menos. Una de las grietas originales en los aplanados aumentó su longitud unos 50 cm. El aplanado del muro donde se detectó este incremento estaba parcialmente desprendido.



- **Casa 69-I y 69-II:** Esta casa no presentó incremento en el ancho de las grietas observadas inicialmente en algunos de los aplanados de los muros antes de las pruebas.
- **Casa 70:** No presentó incremento en el valor del ancho de las grietas con respecto al valor inicial de ancho de las mismas, que fue menor de 0.04 mm. Sin embargo, en algunas de estas sí se observó un aumento de hasta 10 cm en su longitud. En la prueba 9 (25 m) se rompió la capa de pintura que recubría una grieta de 0.4 mm de espesor.
- **Casa 72:** Esta casa no presentó incremento en el ancho de las grietas con respecto al valor inicial de las mismas que llegó a ser de hasta 2 mm.

Cabe señalar que estos aplanados en general son de mala calidad. No hubo agrietamientos en los elementos estructurales, salvo en la casa 66. En los pisos no se detectaron daños adicionales. Los desplomes medidos en las casas antes de las explosiones se encontraron entre 0.04 y 3.40 por ciento y no cambiaron después de las mismas. Los primeros daños se registraron tras las pruebas realizadas con detonaciones a distancias menores a 120 m (Escobar *et al*, 2002).

4.1.2 Efectos de la profundidad, relleno de barreno y carga explosiva.

Para analizar los efectos de la profundidad, el relleno de taco y la carga explosiva, se generaron gráficas que muestren dichos efectos. Las gráficas que se realizaron fueron las siguientes:

- Comparación entre las amplitudes de espectros de Fourier de los registros de aceleración del terreno (punto 8) para los componentes vertical (V) y horizontal de mayor amplitud (L o T) considerando los efectos mencionados. Ver figs F1 a F10 en el apéndice F.
- Para establecer la relación entre nivel de severidad o de daño, la distancia (R) y la raíz cúbica de la carga explosiva ($w^{1/3}$), se generaron curvas con los datos de amplitudes máximas de velocidad en función de $R/w^{1/3}$ (Escobar, *et al*, 2002). Se utilizó este cociente ya que al emplear gráficas con escalas logarítmicas se observa que los datos siguen una tendencia a alinearse. A pesar de que la carga explosiva pueda ser variable, la velocidad de la partícula ha mostrado un comportamiento consistente con el empleo del parámetro $R/w^{1/3}$ (Dowding, 1996). Ver figs G1 a G4 en el apéndice G.

En general, en las siete viviendas se observa para el efecto de la profundidad, que las amplitudes de aceleración de los espectros de Fourier (figs F1 a F10 del apéndice F) así como las amplitudes de velocidad versus $R/w^{1/3}$ (fig G1 apéndice G) indican, que en las explosiones hechas a 30 m de profundidad las amplitudes son mayores que las que fueron hechas a 20 m, esta tendencia es más evidente en el componente vertical.



Para analizar los efectos del tipo de relleno de taco, en donde se utilizó material de recorte (MR) o grava arena (GA), se compararon los espectros de Fourier de las historias de aceleración del terreno así como las amplitudes de velocidad versus $R/w^{1/3}$, correspondientes a las casas 69-I, 70, 69-II y 72 ya que fueron en estas casas donde se tuvo un control en el tipo de relleno; la comparación muestra que en la mayoría de los casos, las amplitudes registradas cuando el relleno usado fue GA son mayores, en los casos donde no fue así, es posible atribuirlo a que la dosificación de grava y arena no fue siempre bien controlada, además de la incertidumbre en la estratigrafía del suelo. Ver figs F5 a F10 del apéndice F, G2 y G3 del apéndice G.

La comparación de espectros de Fourier en el punto 8 producidas por las detonaciones con explosivos Vibrogel 3 (VIBR) y Pentolite (PENT) así como la comparación de sus amplitudes versus $R/w^{1/3}$ muestra que en general, las mayores amplitudes corresponden a los efectos de las explosiones realizadas con Pentolite, sobre todo para el componente vertical. Ver figs F6, F7, F10 y G4 de los apéndices F y G, respectivamente.

4.1.3 Factores de amplificación dinámica

Los factores de amplificación dinámica son parámetros que indican que tanto la estructura amplifica el movimiento con respecto al suelo. Estos factores se obtuvieron con las funciones de transferencia (figs F11 a F16 del apéndice F) y con el cociente de la amplitud máxima de la aceleración de dos puntos, para este estudio se calculó entre los puntos techo-piso (1-4) y techo-terreno (1-8). El segundo método es el que se aplica normalmente para este tipo de estructuras (Escobar *et al*, 2002).

Los factores obtenidos con las funciones de transferencia, variaron de 1 a 12 veces con las pruebas de vibración ambiental y de 1 a 30 veces con las explosiones, estos valores se pueden verificar con el valor de la amplitud máxima de la función de transferencia de los puntos elegidos. Para los factores obtenidos con el cociente de la amplitud máxima de aceleración, los valores variaron de 1 a 10 veces, y se puede observar en la fig 25 que aumentan en la medida que la frecuencia dominante en el techo de las casas es mayor. Los resultados indican que las mayores amplificaciones se dan con respecto al piso y esto es un indicador de la existencia de efectos de interacción suelo-estructura (ISE), estos efectos se verifican con un análisis espectral en el siguiente capítulo.

4.2 Identificación de frecuencias de vibración dominantes

La obtención de las frecuencias de vibración dominantes es de gran importancia ya que a partir de estas y de los valores de amplitud máxima de aceleración, velocidad y desplazamiento será posible determinar los valores permisibles que se utilizarán para la construcción de las curvas límite.

Debido a la variedad de frecuencias que generan este tipo de estructuras, es útil el empleo de diferentes procedimientos para identificarlas, ya que si solo se toma en cuenta uno, es probable que se obtengan valores que no sean los correctos, además



con el uso de diferentes procedimientos se podrán comparar y verificar los resultados. Los procedimientos que se usaron para la obtención de las frecuencias de vibración dominantes son los siguientes:

1. Midiendo la mitad del periodo asociada a la amplitud máxima de la velocidad
2. Amplitud máxima del espectro de Fourier
3. Banda de frecuencias asociadas a amplitudes mayores al 70 por ciento de la amplitud máxima

En las tablas D1 a D8 del apéndice D se resumen los resultados obtenidos para los tres procedimientos.

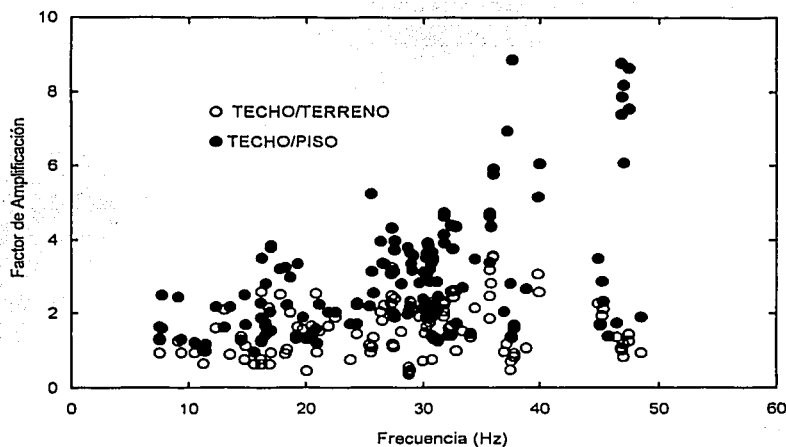


Fig 25 Factores de amplificación dinámica de los movimientos del techo de las siete casas con respecto al piso (punto 4) y al terreno (punto 8) en dirección T y L

4.2.1 Semiciclo del periodo de la amplitud máxima de velocidad

Una señal que no es periódica, no tiene un ciclo definido, por lo tanto al ciclo que se determine se le denomina semiciclo. Este se obtiene con el semiperiodo que es el periodo en el cual se localiza la amplitud máxima de la señal (ver fig 26). El cálculo de la frecuencia dominante se efectuó identificando la amplitud máxima del registro, se tomo el intervalo de tiempo multiplicado por dos, se calculó el inverso y se



obtiene el valor de frecuencia asociada al semi-ciclo (f_{sc}). En la fig 26 se ejemplifica el cálculo de la f_{sc} .

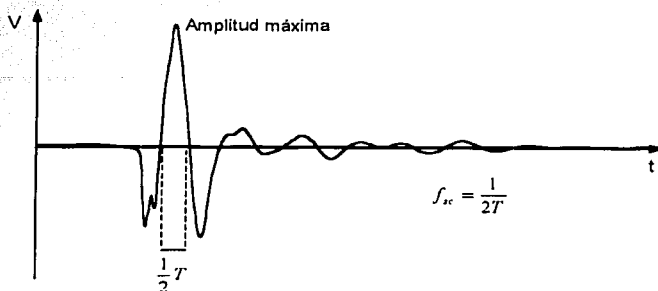


Fig 26 Ejemplo gráfico del cálculo de f_{sc}

4.2.2 Amplitud máxima espectral

El segundo método para obtener frecuencias dominantes fue el de extraer directamente del espectro de Fourier de historias de aceleración la frecuencia asociada a la amplitud máxima (fig 27). La mayor parte de los resultados obtenidos con este procedimiento son muy similares a los del método anterior, sin embargo, en los casos en donde las diferencias son significativas se deben a que no hay un semi-ciclo bien definido. El primer método no se usó en análisis posteriores pero sirvió para comparar valores de frecuencias con el segundo método.

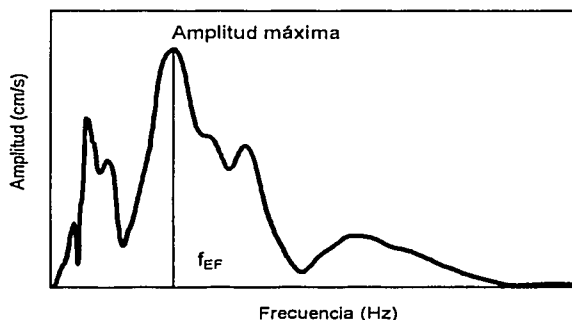


Fig 27 Ejemplo gráfico del cálculo de f_{EF}

4.2.3 Banda de frecuencia

El tercer método que se utilizó para definir las frecuencias dominantes fue el de banda de frecuencias. Consiste en obtener intervalos de frecuencia que representen



el mayor contenido de energía del movimiento vibratorio en un punto. Para esto se consideró el 70 % de la amplitud máxima del espectro de Fourier de aceleración. Para el análisis de las amplitudes máximas de velocidad en función de la frecuencia o intervalo de frecuencia dominantes se optó por el segundo y tercer método.

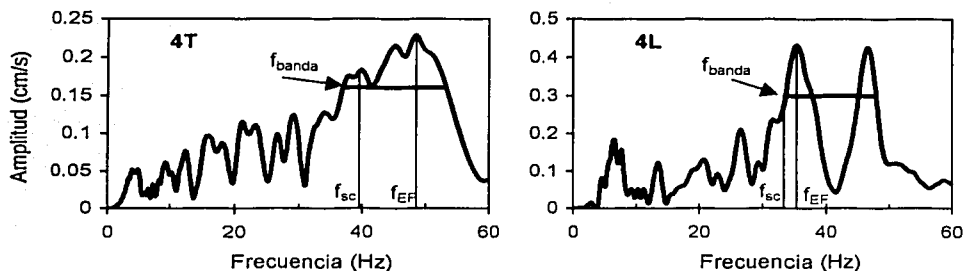


Fig 28 Ejemplos donde se muestran las frecuencias dominantes estimadas con los tres métodos

En la fig 29 se presentan gráficas que muestran las amplitudes máximas verticales y horizontales en el terreno para las siete viviendas versus la frecuencia, se distinguen las distancias de las explosiones, también se presentan los intervalos de frecuencias asociados a cada una de las amplitudes máximas. Estas gráficas se emplearán para definir los umbrales de velocidad y así evitar diferentes tipos de daño. En estas gráficas los símbolos rellenos indican que las explosiones produjeron algún daño, cabe señalar que estos puntos son de pruebas que se realizaron a distancias menores a las que PEP hace sus estudios geofísicos. Las diferencias de amplitudes máximas de velocidad entre la zona baja y alta no fue significativa como se puede apreciar en las figs G5 y G6 en el apéndice G.

4.2.4 Espectros de Fourier de aceleración, velocidad y desplazamiento.

En este estudio, la identificación de frecuencias naturales de vibración se realizó con el análisis de los espectros de Fourier de los registros de aceleración. También es posible determinar dichas frecuencias con espectros de Fourier calculados con registros de velocidad y desplazamiento. Se calcularon los espectros de Fourier de los registros de velocidad y desplazamiento para las pruebas 1, 4 y 10 de la casa 7.

Del cálculo, se observa que las amplitudes de las frecuencias bajas se amplifican en los espectros obtenidos con los registros de velocidad y que este efecto es aún más pronunciado usando registros de desplazamiento, por ello es necesario tomar esto en cuenta al identificar las frecuencias utilizando este tipo de registros.

Otra razón por la que fue conveniente usar los registros de aceleración para la identificación de frecuencias es que, tras su obtención, éstos sólo fueron sometidos a una etapa de acondicionamiento (aplicación de filtrado y corrección de línea base),



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

mientras que los de velocidad o desplazamiento pasaron por una y dos etapas de integración respectivamente por lo que, para este caso resulta más confiable el calculo de los espectros de Fourier con los registros de aceleración, ya que debido a todo el proceso matemático existen diferencias entre las frecuencias encontradas, como puede apreciarse en la fig 30.

En la fig 30 también se observan los efectos de integración en todo el dominio de la frecuencia, siendo que tras la integración del registro las amplitudes de las frecuencias altas tienden a disminuir mientras que para las frecuencias bajas aumentan.

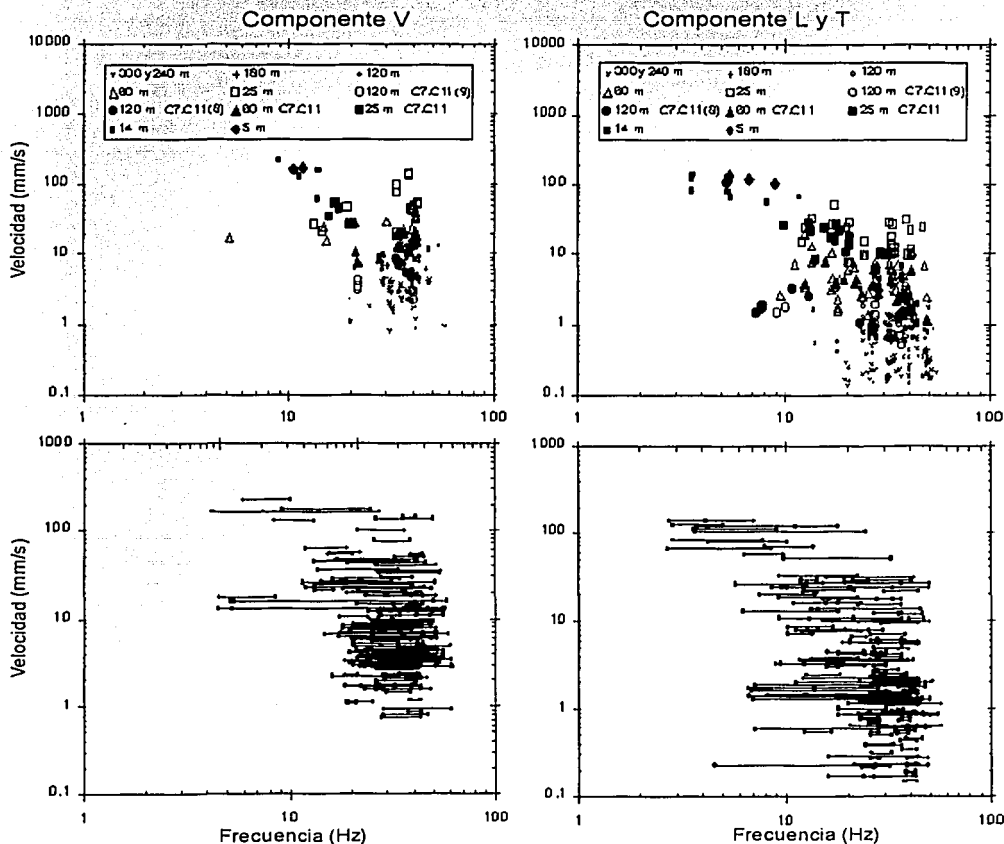


Fig 29 Gráficas de velocidad de partícula máximas de los siete sitios versus frecuencia o intervalo de frecuencia



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

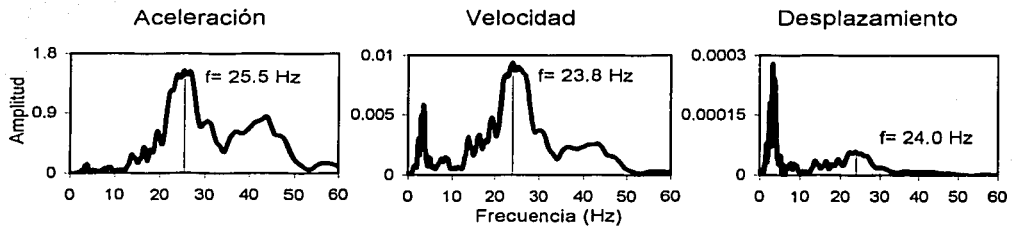


Fig 30 Ejemplo de la identificación de frecuencias y los efectos de integración.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



5 PROPIEDADES DINÁMICAS DE LAS CASAS

5.1 Identificación de frecuencias de vibración de las casas

Para obtener las frecuencias de vibración de las casas se realizó un análisis espectral convencional de cada uno los registros (Murià Vila *et al*, 1995). Con base en el espectro de Fourier de cada señal y la función de transferencia entre pares de señales se obtuvieron las frecuencias espectrales más significativas asociadas a las amplitudes máximas, las cuales representan estimaciones de las frecuencias naturales de la estructura.

Con las funciones de transferencia y el ángulo de fase se identificó el modo de vibración al que se encuentra asociada la frecuencia estimada. Con los valores de coherencia, que oscilan entre cero y uno, se puede estimar la relación de movimientos entre dos puntos y la presencia de posibles ruidos durante el proceso de medición; los valores cercanos a uno indican una buena relación de movimiento entre ambos puntos (fig 31).

En este estudio, para las frecuencias en la dirección T se utilizaron los siguientes cocientes 1/4, 1/8, 2/4 y 2/8; mientras que para la dirección L se usaron 1/4 y 1/8.

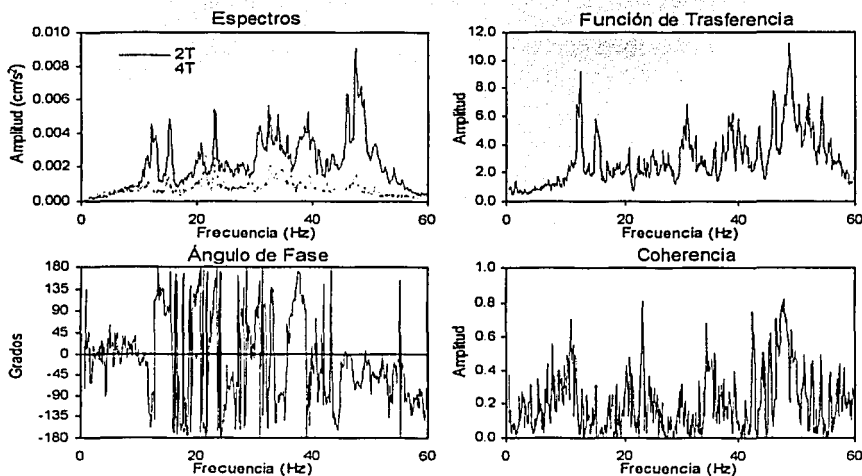


Fig 31 Ejemplo de espectros de vibración ambiental

Con las pruebas de vibración ambiental se obtuvieron los intervalos de frecuencia de vibrar de cada casa en las direcciones L y T, el intervalo de las frecuencias dominantes del suelo abarca de 3 a 50 Hz. Los resultados por prueba en cada casa se muestran en las tablas E1 a E7 del apéndice E. Las frecuencias correspondientes



al primer modo de vibrar de las casas varían entre 9 y 20 Hz, en la tabla 7 se resumen los intervalos o valores puntuales de frecuencia obtenidos.

Tabla 7 Frecuencias fundamentales de vibración de las siete casas instrumentadas

| Componente | L | | T | |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Prueba | | Prueba | |
| | VAi | VAf | VAi | VAf |
| 67 | 12.8 | 11.5 | 12.6 | 11.2 |
| 66 | 16.9 | 14.6 | 11.6-13.1 | 12.3-13 |
| 7 | 12.2-13.5 | 12.4-12.9 | 14.7-19.4 | 16.4-18.6 |
| 11 | 9.2-11.4 | 9-11.5 | 10.8-11.7 | 10.4-17.8 |
| 69-I | 12.2-13.9 | 10.6-14.2 | 11.5-12.2 | 12.8-14.2 |
| 69-II | 12.4-13.7 | 10.6-14.2 | 12.3-17.1 | 12.8-14.2 |
| 70 | 13-13.6 | 11.6-13.3 | 10.3-12.9 | 9.8-13.2 |

VAi - Vibración ambiental inicial

VAf - Vibración ambiental final

En la tabla anterior, se puede verificar que las pruebas con explosivos no modificaron el comportamiento de las viviendas ya que las frecuencias fundamentales de vibrar son muy parecidas en ambas pruebas (VA inicial y VA final) para las casas 7, 11, 69-I, 69-II y 70. Si se hubiesen encontrado diferencias en las frecuencias fundamentales sería un indicador de la existencia de deterioros en la estructura.

En la casa 66 se detectó un cambio de 16.9 a 14.6 Hz (fig 32) en la frecuencia de vibración del componente L, siendo atribuible al daño estructural que se produjo en los muros de este componente de la casa por los efectos de las explosiones a 17 y 7 m de distancia. Cabe mencionar que el primer daño visible en esta casa apareció después de la explosión a 17 m y la prueba de vibración ambiental en la que se encontró el cambio en la frecuencia se realizó al finalizar la prueba 12.

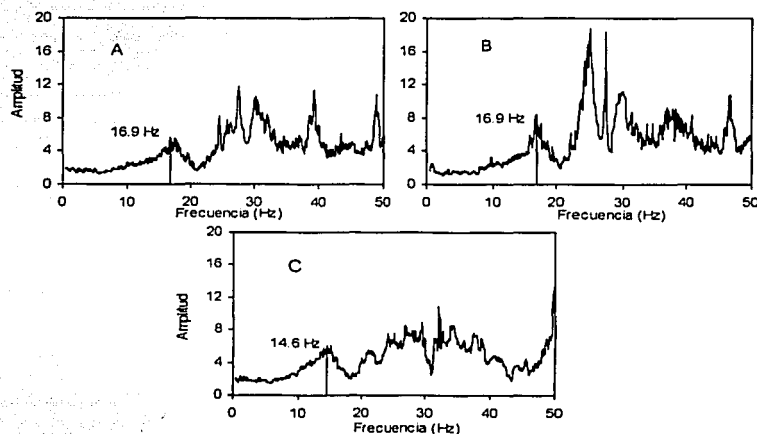


Fig 32 Función de trasferencia de la casa 66, puntos 1L / 4L (techo / piso). (A) antes de las explosiones; (B) después de las explosiones 1 a 10 (hasta 25 m de distancia de la casa); (C) después de la explosión a 7 m de distancia de la casa



En la casa 67 se detectó un cambio de la frecuencia en el componente T, en la fig 33 se señala con las flechas el corrimiento de la frecuencia de la prueba 6 respecto a la prueba 1, esto indica una disminución de rigidez que no fue posible identificar con la inspección visual. Esta estructura ya tenía daño estructural (grietas de hasta 2 mm), por lo que esta disminución de rigidez se puede atribuir a un reacomodo de los elementos dañados ante las explosiones de 120 y 60 m de distancia.

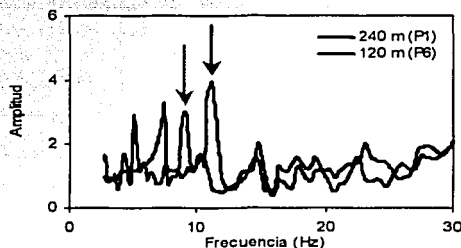


Fig 33 Cambio en la frecuencia en la dirección T que se verifica en la función de transferencia entre los puntos 1/4 (techo / base) de la casa 67

Cabe señalar que de la primera a la segunda etapa del proyecto, a la casa 69 se le construyeron ampliaciones. A esta diferencia en la estructura se deben los cambios que se observan en las funciones de transferencia de la vibración ambiental final realizada en esta casa durante la primera y la segunda etapa. Esto se presenta en la fig 34, donde aparecen las gráficas correspondientes a la vibración ambiental final realizada en ambas etapas.

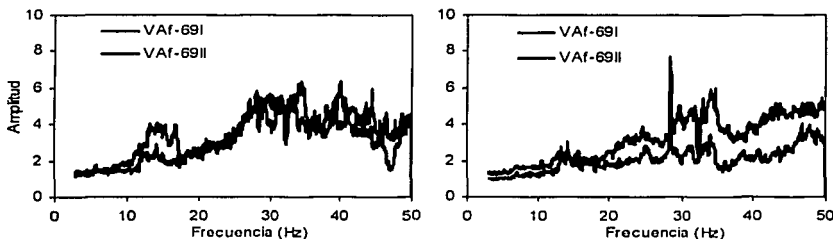


Fig 34 Comparación de las funciones de transferencia de la casa 69 de la 1ª y 2ª etapa entre los puntos de techo y piso de los componentes T y L para la prueba de vibración ambiental después de las explosiones.

En la identificación de las frecuencias se observó que para los modos de torsión de las casas no se detectaba con claridad un intervalo, esto debido a la ausencia de un diafragma rígido en el techo de las estructuras y a deficiencias constructivas, por lo que se presentaron una gran variedad de modos locales de vibrar que no fueron detectados con esta metodología (Escobar, *et al* 2002).



5.2 Efectos de interacción suelo-estructura

Si el movimiento de un punto cualquiera ubicado en la entrecara suelo-estructura, difiere del movimiento que ocurriría en este punto en el campo libre, si no estuviese presente la estructura, entonces existe interacción suelo-estructura (ISE). Es decir, hay interacción si la entrecara se mueve en forma diferente de la superficie correspondiente en campo libre (Whitman y Bielak, 1982).

Los efectos ISE se pueden identificar al comparar las amplitudes de las funciones de transferencia entre los puntos situados en la base (4 y 6) de la estructura y el punto en el terreno (8). Estos cocientes indican si el movimiento en la base difiere o no respecto al del terreno y revelan los efectos ISE.

Se calcularon las funciones de transferencia entre los puntos 4/8 en las direcciones T y L, y 6/8 en dirección V, para seis de las siete casas en estudio (ver apéndice C figs C1 a C5). Como se puede apreciar en las fig 35, las amplitudes varían en función de la frecuencia de vibración, esto comprueba la existencia de efectos ISE.

De no existir dicho efecto, las amplitudes de las funciones de transferencia teóricamente deberían de ser iguales a uno por lo tanto los espectros de Fourier deben ser iguales.

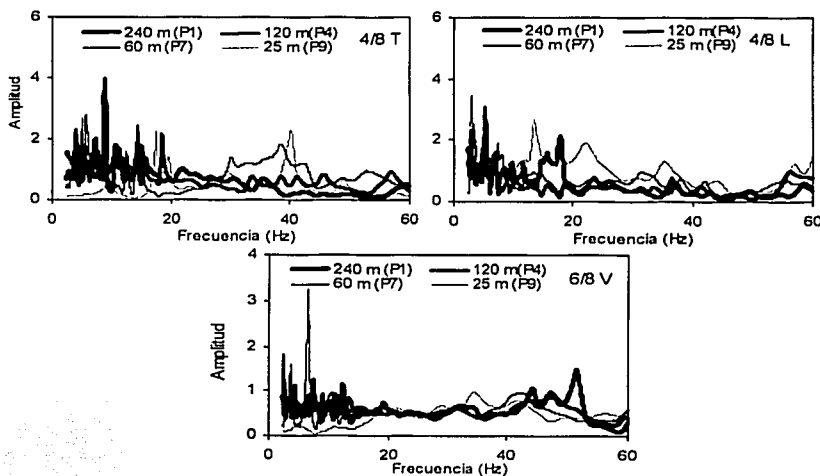


Fig 35 Identificación de los efectos ISE (Funciones de transferencia correspondientes a la casa 69-I)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



6 VALORES PERMISIBLES

6.1 Estimación de la distancia límite para diferentes cargas explosivas

6.1.1 Distorsión de entrepiso

En el capítulo tres se definió y calculó la distorsión de entrepiso, en este apartado se trabajará con los valores de distorsión de las pruebas identificadas como las que produjeron el inicio de algún tipo de daño (aparición de grietas). Estos valores son: en la casa 7 de 0.0004 % y para la casa 11 de 0.003%; asociados a explosiones realizadas a 120 m de distancia de la casa, en ambos casos correspondió prueba 5, como se describe en la sección 4.1.1.

Las distorsiones de entrepiso se asocian a los valores máximos registrados en las pruebas. Para este tipo de estudios es común que se manejen los datos de velocidad, por ser ésta una buena medida de la intensidad del movimiento.

Con los registros de velocidad obtenidos, se calcula la ecuación de regresión con los datos de distorsión asociados a la correspondiente velocidad máxima registrada en terreno (punto 8) en la dirección vertical para cada prueba (por ser esta, en general, la mayor de las tres componentes T, L y V). En la fig 36 se muestran las distorsiones de entrepiso de todas las casas asociadas a la velocidad máxima del registro de terreno (punto 8) en el componente vertical.

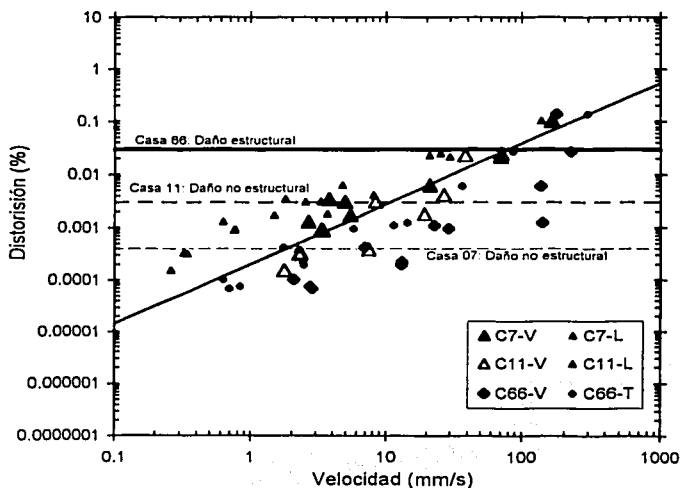


Fig 36 Curva de distorsiones de entrepiso versus velocidad máxima para la casa 7 y 11 en dirección vertical



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Como ya se mencionó, en las casas 7 y 11 se identificó inicio de daño de modo que únicamente los datos de estas dos casas se usaron para calcular un ajuste de curva que relaciona la distorsión de entripiso en función de la velocidad máxima que se presentó y cuya ecuación es:

$$\text{Distorsión} = 0.0002(V_{\text{max}})^{1.42}$$

A partir del promedio aritmético de los valores de distorsión asociados al inicio de daño en las casas 7 y 11, que fue de 0.0017 %, se obtiene el valor de velocidad que corresponde en la curva de regresión ya calculada.

6.1.2 Análisis para estimar la velocidad de inicio de daño

El valor de velocidad para una distorsión de 0.0017 % de acuerdo a la expresión anterior es de 6.52 mm/s. Con este valor se procede a fijar la distancia límite para diferentes cargas explosivas, a partir de la curva de velocidad para los datos del punto 8 de terreno en la dirección vertical versus $R/w^{1/3}$ determinada de las siete casas cuya curva de regresión lineal se describe por la ecuación:

$$V=2113 (R/w^{1/3})^{1.31} \quad (\text{mm/s})$$

Donde:

- V: Velocidad estimada por la regresión (mm/s)
- R: distancia a la que se produce la explosión (m)
- w: carga explosiva utilizada en (kg)

El valor de la correlación del ajuste para este caso es $c^2 = 0.834$

Sin embargo, es necesario un análisis estadístico de los datos registrados para obtener un intervalo de confianza adecuado, cubriendo así posibles incertidumbres experimentales. Este análisis se realizó de la siguiente manera:

La desviación estándar de una variable aleatoria se define como

$$S_y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_i^n (\bar{y} - y)^2}$$

en este estudio:

- y: corresponde a la velocidad
- \bar{y} : promedio aritmético de la velocidad
- n: número de datos

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA



Al tratarse de un análisis logarítmico de los datos la ecuación correspondiente es:

$$S_{\log(y)} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_i^n (\log(\bar{y}) - \log(y))^2}$$

el error estándar de la estimación se define

$$S_{y,x} = S_y \sqrt{1 - c^2}$$

para la muestra de datos que se tiene, el valor calculado es

$$S_{y,x} = 0.1856$$

por lo que se tiene que:

$$V_{b\%} = (2113(R/w^{1/3})^{-1.31})10^{0.5S_{y,x}}$$

donde:

- b: representa el intervalo de confianza deseado
- a: representa el valor de la variable estandarizada de acuerdo a la distribución normal para obtener un porcentaje de probabilidad b.

Partiendo de la ecuación anterior se obtienen las siguientes expresiones para intervalos de confianza de 84, 90 y 95 %:

$$V_{84\%} = 3238(R/w^{1/3})^{-1.31}$$

$$V_{90\%} = 3665(R/w^{1/3})^{-1.31}$$

$$V_{95\%} = 4266(R/w^{1/3})^{-1.31}$$

Con el valor de 6.52 mm/s y sustituyendo en las ecuaciones anteriores se obtienen las distancias en función del $R/w^{1/3}$ correspondiente, de acuerdo a las cargas de explosivo que se emplean comúnmente (4.54 y 4.99 kg). Los resultados se resumen en la tabla 8.

Tabla 8 Distancias límite permisibles para evitar los primeros daños observados con diferentes intervalos de confianza utilizando registros de velocidad

| V (mm/s) | R/w ^{1/3} (m/kg ^{1/3}) | | | |
|-------------|---|--------|--------|--------|
| | 50% | 84% | 90% | 95% |
| 6.52 | 82.19 | 113.85 | 125.14 | 140.48 |
| w (kg) | R (m) | | | |
| | 50% | 84% | 90% | 95% |
| 4.54 | 136 | 189 | 207 | 233 |
| 4.99 | 140 | 195 | 214 | 240 |



Para definir la velocidad límite se consideró inicialmente una probabilidad de excedencia del 10%, es decir que las velocidades mayores a la que se calcule tienen el 90 % de probabilidad de ocasionar algún tipo de daño (ligero o elevado). Con la curva de regresión de velocidad versus $R/w^{1/3}$ (fig 37), para una distancia de 120 m y una carga de 4.54 kg (Vibrogel) por ser estas las características de las detonaciones que produjeron el daño en las casas 7 y 11, se obtuvo 4.43 mm/s, para fines prácticos se adoptó 4 mm/s lo que corresponde a una probabilidad de excedencia de aproximadamente 6 %.

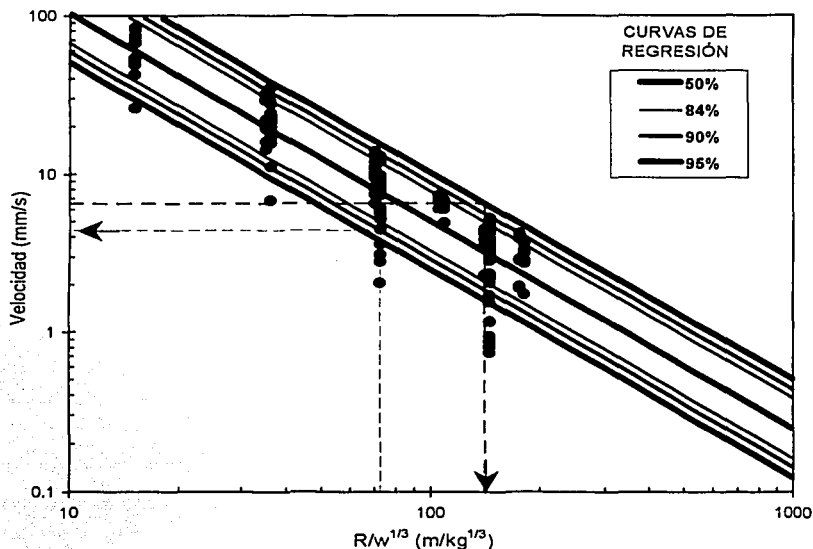


Fig 37 Estimación de distancias y velocidades permisibles en función de la carga explosiva

La construcción de la curva límite de vibración superficial se hizo de la siguiente manera: en su inicio toma en cuenta el valor de la velocidad permissible calculado para un intervalo de frecuencia de 8 a 40 Hz, es decir se mantiene constante a la velocidad de 4 mm/s, este intervalo se definió considerando los intervalos de frecuencias mínimas obtenidas y a la mayor frecuencia dominante estimada de las casas 7 y 11 que fue de 40 Hz. Para frecuencias mayores a 40 y menores a 70 Hz, la curva es variable manteniendo un desplazamiento constante de 16 μm . Este desplazamiento se obtuvo mediante la relación

$$V = 2\pi Df$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Para una velocidad de 4 mm/s y una frecuencia de 40 Hz, despejando D de la ecuación anterior se obtiene el valor de 16 μm . El segundo intervalo (40-70 Hz) está acotado por la derecha tomando en cuenta las bandas de frecuencias obtenidas.

La fig 38 muestra los valores de velocidad medidos en las viviendas en componente vertical versus la frecuencia dominante y con línea continua la curva permisible propuesta definida en este estudio para evitar daños no estructurales en las viviendas de la cuenca de Macuspana. En cuanto a los daños, debe hacerse una diferencia entre aquellos asociados a elementos no estructurales (vidrios, aplanados, muros divisorios, plafones, etc.) y a elementos estructurales (columnas, vigas, losas, muros de carga, etc.) (Escobar *et al*, 2002).

La propuesta se realizó teniendo en cuenta que las viviendas de la cuenca de Macuspana son particularmente sensibles a las vibraciones por la baja calidad de la construcción, las diferentes propiedades de sus cimentaciones, el deterioro en sus elementos estructurales y por que varias de las frecuencias dominantes del suelo coinciden con las frecuencias naturales de vibración de las estructuras.

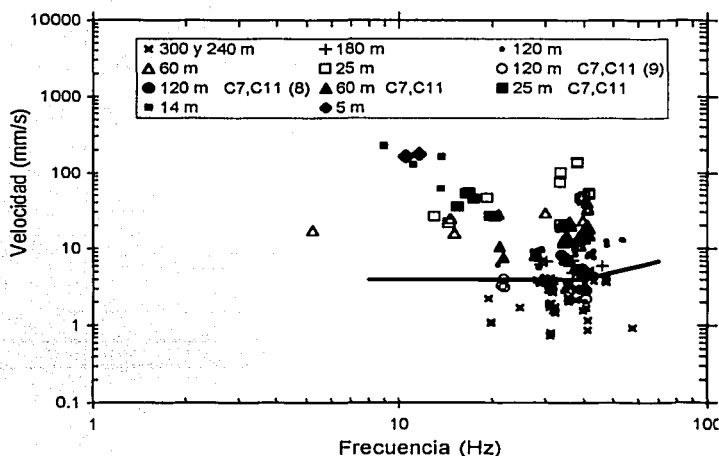


Fig 38 Curva permisibles propuestos para las viviendas de la región de Macuspana

6.2 Comparación con curvas de velocidad extranjeras

Los criterios empleados en otros países para establecer los límites de daños potenciales fueron desarrollados para condiciones diferentes a las que prevalecen en nuestro país, en particular las que prevalecen en la cuenca de Macuspana. Por ello se requirió establecer criterios propios específicamente desarrollados para dicha región y que además sean aplicables a otras partes del sureste mexicano.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Existen un gran número de normas extranjeras, las propuestas por el Bureau of Mines (BM) y la norma alemana DIN 4150/3 son de las empleadas con más frecuencia, esta última es más exigente en sus valores permisibles, y la clasificación que se hace de las construcciones es la siguiente:

Tipo 1. Estructuras de uso comercial e industrial

Tipo 2. Estructuras de vivienda

Tipo 3. Estructuras sensibles a las explosiones o monumentos históricos

La fig 41 muestra las velocidades máximas del componente vertical, y se indican con línea discontinua los límites de la norma BM y la norma DIN 4150/3. Comparando con la curva derivada del presente estudio, se aprecia que es más cercana a la norma alemana para estructuras tipo 3, pero sigue siendo más conservadora la norma alemana. Las normas propuestas por el BM son menos exigentes que la norma derivada de este estudio pero se debe mencionar que las condiciones bajo las cuales se determinaron esas normas son orientadas a trabajos de minería y muy diferentes a las que se tuvieron en este estudio.

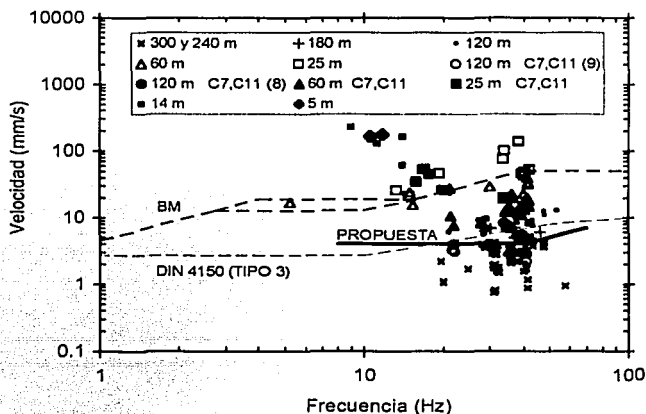


Fig 39 Comparación de la curva límite propuesta con las curvas del BM y DIN para construcciones tipo 3

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



7 COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

Los experimentos de campo con explosivos permitieron definir el tipo y nivel de daño que se puede producir en algunas casas cuando se rebasan los límites permisibles.

Las velocidades máximas medidas en la superficie del terreno frente a las casas, causadas por las detonaciones que se programaron a 240 y 300 m, no excedieron los valores permisibles propuestos en las normas extranjeras más exigentes. Para las vibraciones generadas a 120 m se detectaron los primeros daños en las casas 7 y 11 desplantadas en suelos blandos, tanto en la zona de lomeríos como en la zona pantanosa, y estos consistieron en ligeros agrietamientos en los aplanados de los muros de mampostería. Los daños no estructurales observados en estas casas se deben a la mala calidad de los aplanados y a problemas de humedad en los mismos.

Los daños estructurales se produjeron en la casa 66 con las explosiones a 7 y 17 m de distancia. La intensidad de daño fue de ligero a intermedio, ya que el mayor ancho fue de 1.2 mm. Por lo tanto, basta con reparar los muros afectados, atendiendo las sugerencias de Arya *et al.* (1986).

En la casa 67 no se identificaron daños adicionales visibles a los previamente anotados, sin embargo, el análisis de las pruebas de vibración de ambiental de los registros de las detonaciones apuntan a que hubo una disminución de rigidez y que se generó a partir de las detonaciones a 60 m de distancia o menores. Antes de las detonaciones se observaron numerosos agrietamientos en muros, con anchos de hasta 2 mm.

Respecto a las diferencias en la realización de las explosiones se observó que en general, las amplitudes de pruebas realizadas a una profundidad de 30 m fueron mayores que las de 20, para distancias mayores a 120 m aunque esta tendencia no era constante para distancias menores a 120 m. Para el caso del tipo de explosivo, en las explosiones hechas con Pentolite se observaron también mayores amplitudes, pero esto es atribuible a la variación de la carga que en el caso de Pentolite fue de 4.99 kg y en el caso de Vibrogel de 4.54 kg.

Se propone una curva de velocidad vertical permisible versus la frecuencia dominante para evitar daños no estructurales en las viviendas de la cuenca de Macuspana. La curva está definida por una velocidad máxima constante de 4 mm/s para frecuencias entre 8 y 40 Hz y variable para frecuencias de 40 a 70 Hz asociado un desplazamiento constante de 16 μm .

La calidad de la autoconstrucción de las casas estudiadas en la región de Macuspana es de regular a mala. En consecuencia dichas estructuras son más sensibles a efectos de asentamientos diferenciales del suelo, de humedad, de vibraciones y de temperatura, todo lo anterior propicia la aparición de daños como los observados en los levantamientos.



Siendo las deficiencias constructivas la principal causa de los daños observados, se recomienda informar a las autoridades competentes a este respecto con el fin de que tomen las medidas pertinentes para resolver los problemas observados. Debido a la situación económica de los habitantes de la región no es posible que puedan contratar personal capacitado para el diseño y construcción de sus viviendas, pero una opción es la de consultar manuales como el "Manual de autoconstrucción y mejoramiento de la vivienda" publicado por CEMEX. Este manual es muy sencillo y fácil de usar por lo que puede ser una guía para las personas que deseen construir su vivienda de manera que cumpla con requisitos básicos de una auto-construcción de buena calidad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Referencias

Arya, AS, Boen, T, Ishiyama, Y, Martemianov AI, Meli, R, Scawthorn, C, Vargas, J Y Yaoxian, Y (1986). Guidelines for Earthquake Resistant Non-engineered Construction. IAEE comité, octubre

Escobar Sánchez, JA; Murià Vila, D; Rodríguez, Gutiérrez G; Ovando, E; Rangel, GL, (2000) Aspectos estructurales "Obtención de curvas de límites y vibración superficial en el área correspondiente a la cuenca de Macuspana perteneciente al activo de exploración Macuspana de la región sur." Primera etapa. Instituto de Ingeniería, UNAM.

Escobar Sánchez, JA; Murià Vila, D; Rodríguez, Gutiérrez G; Ovando, E; Rangel, GL, (2002) Aspectos estructurales "Obtención de curvas de límites y vibración superficial en el área correspondiente a la cuenca de Macuspana perteneciente al activo de exploración Macuspana de la región sur." Segunda etapa. Instituto de Ingeniería, UNAM. Parte 7: "Análisis de la respuesta estructural."

Dowding, HC, "Construction Vibrations"; Ed. Prentice Hall, E.U. 1996.

Garston, Herts; "Craking in Buildings" Building Research Station, Digest 75, second series, Inglaterra 1966.

Murià Vila, D; Rodríguez, Gutiérrez G; Ávila Rodríguez, JA; (1998) "Efectos de las explosiones en las estructuras del pueblo de Parres del Distrito Federal."; Instituto de Ingeniería, UNAM.

Murià Vila, D; González Alcorta, R; "Propiedades dinámicas de edificios de la Ciudad de México." Revista de Ingeniería Sísmica No. 51 25-45 (1995).

Murià Vila, D. "Edificios instrumentados" (1995)

"Manual de autoconstrucción y mejoramiento de la vivienda" ; CEMEX (1984).

Rodríguez Gutiérrez, G; "Propiedades dinámicas de un edificio de planta irregular"; Tesis de licenciatura 1991; UNAM.

Whitman, R y Bielak J, "Cimentaciones", capítulo 7 de "Diseño de estructuras resistentes a sismos"; editor: Emilio Rosenblueth, IMCYC; México 1982

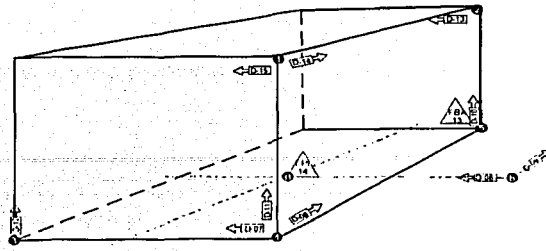
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



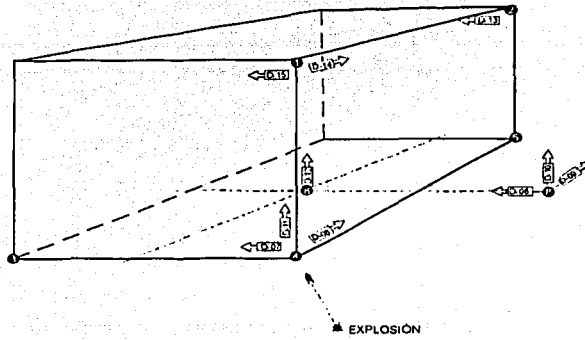
Apéndice A

Instrumentación y registros obtenidos de cada vivienda

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Primera etapa



Segunda etapa

Fig A1 Instrumentación de la casa 67

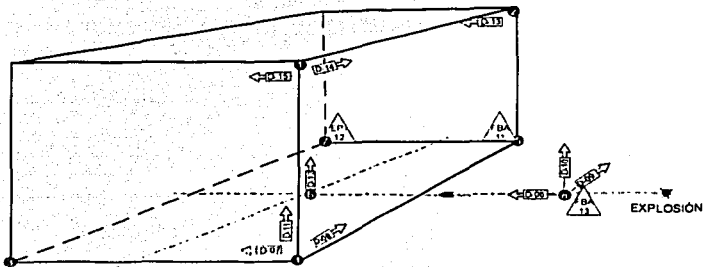


Fig A2 Instrumentación de la casa 66

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

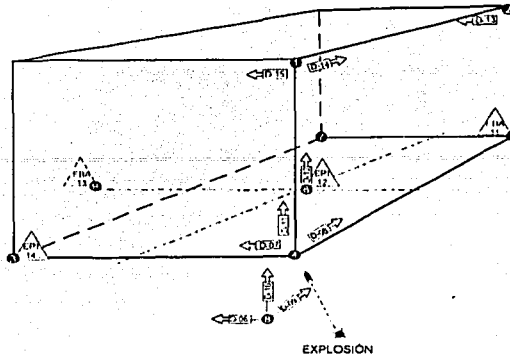


Fig A3 Instrumentación de la casa 7

| Dirección | Nomenclatura |
|-----------|--------------------------------------|
| V | Acelerómetro uniaxial Donner ← HD-19 |
| L | Acelerómetros triaxiales ▲ EPA-12 |
| T | Acelerómetros triaxiales ▲ FBA-9 |

Nota: La nomenclatura se aplica para las figs A1 a A3

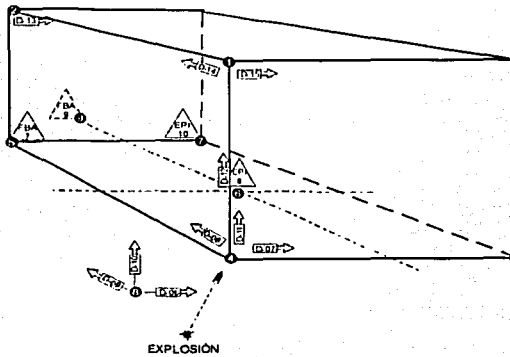


Fig A4 Instrumentación de la casa 11

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

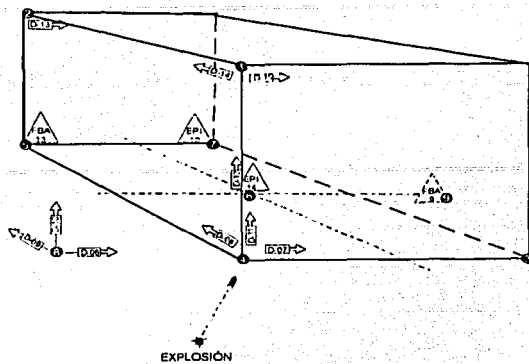


Fig A5 Instrumentación de la casa 69-I

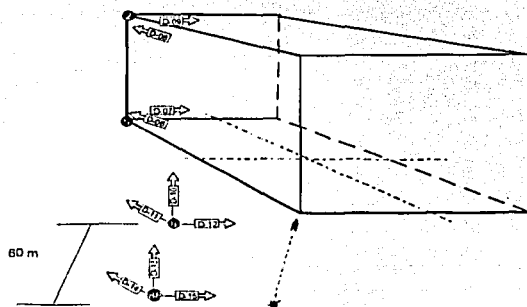


Fig A6 Instrumentación de la casa 69-II

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

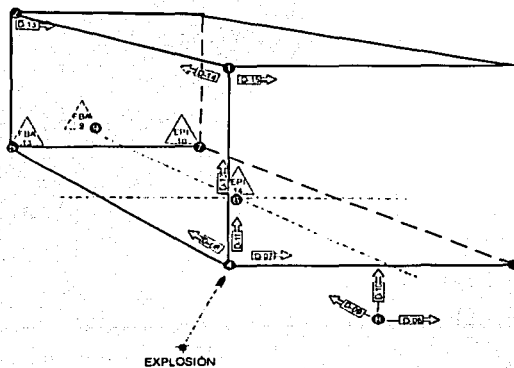


Fig A7 Instrumentación de la casa 70

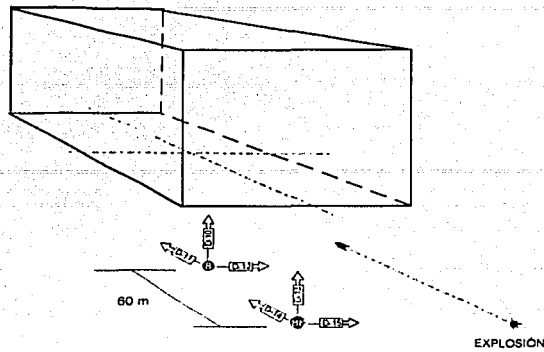


Fig A8 Instrumentación de la casa 70

| Dirección | Nomenclatura |
|-----------|-------------------------------------|
| V | Acelerómetro uniaxial Donner |
| T | Acelerómetros triaxiales Kinematics |

Nota: La nomenclatura anterior es para las figs A4 a A8

Tabla A1 Registros obtenidos por las explosiones de la casa 67

| Ubicación | Punto 1 | Punto 1 | Punto 2 | Punto 6 | Punto 4 | Punto 8 | Punto 8 | Punto 4 | Punto 4 | Punto 8 | Punto 5 | Punto 8 |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Sensor | D-15 | D-14 | D-13 | D-12 | D-11 | D-10 | D-9 | D-8 | D-7 | D-6 | FBA-13 | EPI-14 |
| Componente | T | L | T | V | V | V | L | L | T | T | T L V | T L V |
| Pruebas | P1 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P2 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P3 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P4 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P5 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P6 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P7 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P8 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P9 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P10 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |

Tabla A2 Registros obtenidos por las explosiones de la casa 66

| Ubicación | Punto 1 | Punto 1 | Punto 2 | Punto 6 | Punto 4 | Punto 8 | Punto 8 | Punto 4 | Punto 4 | Punto 8 | Punto 5 | Punto 7 | Punto 8 |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Sensor | D-15 | D-14 | D-13 | D-12 | D-11 | D-10 | D-9 | D-8 | D-7 | D-6 | FBA-11 | EPI-12 | FBA-13 |
| Componente | T | L | T | V | V | V | L | L | T | T | T L V | T L V | T L V |
| Pruebas | P1 | • | • | • | S | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P2 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P3 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P4 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P5 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P6 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P7 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P8 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P9 | • | • | S | S | S | S | • | • | • | • | • | • |
| | P10 | • | • | S | S | S | S | • | • | • | • | S | S |
| | P11 | • | • | S | S | S | S | • | • | • | • | S | S |
| | P12 | S | • | S | S | S | S | • | S | S | • | S | S |

Tabla A3 Registros obtenidos por las explosiones de la casa 7

| Ubicación | Punto 1 | Punto 1 | Punto 2 | Punto 6 | Punto 4 | Punto 8 | Punto 8 | Punto 4 | Punto 4 | Punto 8 | Punto 3 | Punto 5 | Punto 6 | Punto 9 |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Sensor | D-15 | D-14 | D-13 | D-12 | D-11 | D-10 | D-9 | D-8 | D-7 | D-6 | EPI-14 | EPI-11 | EPI-12 | FBA-13 |
| Componente | T | L | T | V | V | V | L | L | T | T | T L V | T L V | T L V | T L V |
| Pruebas | P1 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | | | | |
| | P2 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | | | | |
| | P3 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P4 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P5 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P6 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P7 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P8 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P9 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P10 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P11 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |

Tabla A4 Registros obtenidos por las explosiones de la casa 11

| Ubicación | Punto 1 | Punto 1 | Punto 2 | Punto 6 | Punto 4 | Punto 8 | Punto 8 | Punto 4 | Punto 4 | Punto 8 | Punto 5 | Punto 6 | Punto 7 | Punto 9 |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Sensor | D-15 | D-14 | D-13 | D-12 | D-11 | D-10 | D-9 | D-8 | D-7 | D-6 | FBA-7 | EPI-8 | EPI-10 | FBA-9 |
| Componente | T | L | T | V | V | V | L | L | T | T | T L V | T L V | T L V | T L V |
| Pruebas | P1 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P2 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P3 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P4 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P5 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P6 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P7 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P8 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P9 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P10 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |

Tabla A5 Registros obtenidos por las explosiones de la casa 69 -I

| Ubicación | Punto 1 | Punto 1 | Punto 2 | Punto 6 | Punto 4 | Punto 8 | Punto 8 | Punto 4 | Punto 4 | Punto 8 | Punto 5 | Punto 6 | Punto 7 | Punto 9 |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Sensor | D-15 | D-14 | D-13 | D-12 | D-11 | D-10 | D-9 | D-8 | D-7 | D-6 | FBA-13 | EPI-14 | EPI-10 | EPI-9 |
| Componente | T | L | T | V | V | V | L | L | T | T | T L V | T L V | T L V | T L V |
| Pruebas | P1 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P2 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P3 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P4 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P5 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P6 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P7 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P8 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P9 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P10 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla A6 Registros obtenidos por las explosiones de la casa 69 -II

| Ubicación | | Punto 88 | Punto 88 | Punto 88 | Punto 8 | Punto 8 | Punto 8 | Punto 1 | Punto 1 | Punto 4 | Punto 4 |
|------------|-----|----------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Sensor | | D-15 | D-14 | D-13 | D-12 | D-11 | D-10 | D-9 | D-8 | D-7 | D-6 |
| Componente | | T | L | V | T | L | V | T | L | T | L |
| Puebas | P1 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P2 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P3 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P4 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P5 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P6 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P7 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P8 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P9 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P10 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P11 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P12 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P13 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P14 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P15 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P16 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P17 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P18 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P19 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P20 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |

Tabla A7 Registros obtenidos por las explosiones de la casa 70

| Ubicación | | Punto 1 | Punto 1 | Punto 2 | Punto 6 | Punto 4 | Punto 8 | Punto 8 | Punto 4 | Punto 4 | Punto 8 | Punto 5 | Punto 6 | Punto 7 | Punto 9 |
|------------|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Sensor | | D-15 | D-14 | D-13 | D-12 | D-11 | D-10 | D-9 | D-8 | D-7 | D-6 | FBA-13 | EPI-14 | FBA-10 | EPI-9 |
| Componente | | T | L | T | V | V | V | L | L | T | T | T L V | T L V | T L V | T L V |
| Puebas | P1 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P2 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P3 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P4 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P5 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P6 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P7 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P8 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P9 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | P10 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |

Tabla A8 Registros obtenidos por las explosiones de la casa 72

| Ubicación | | Punto 88 | Punto 88 | Punto 88 | Punto 8 | Punto 8 | Punto 8 |
|------------|-----|----------|----------|----------|---------|---------|---------|
| Sensor | | D-15 | D-14 | D-13 | D-12 | D-11 | D-10 |
| Componente | | T | L | V | T | L | V |
| Puebas | P1 | • | s | • | • | s | • |
| | P2 | • | s | • | • | s | • |
| | P3 | • | • | • | • | • | • |
| | P4 | • | • | • | • | • | • |
| | P5 | • | • | • | • | • | • |
| | P6 | • | • | • | • | • | • |
| | P7 | • | • | • | • | • | • |
| | P8 | • | • | • | • | • | • |
| | P9 | • | • | • | • | • | • |
| | P10 | • | • | • | • | • | • |
| | P11 | • | • | • | • | • | • |
| | P12 | • | • | • | • | • | • |
| | P13 | • | • | • | • | • | • |
| | P14 | • | • | • | • | • | • |
| | P15 | • | • | • | • | • | • |
| | P16 | • | • | • | • | • | • |
| | P17 | • | • | • | • | • | • |
| | P18 | • | • | • | • | • | • |
| | P19 | • | • | • | • | • | • |
| | P20 | • | • | • | • | • | • |

s - registro saturado

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Apéndice B

Historias de aceleración, velocidad y desplazamiento

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CASA 7 PRUEBA 4 (R=120 m, h=30 m)

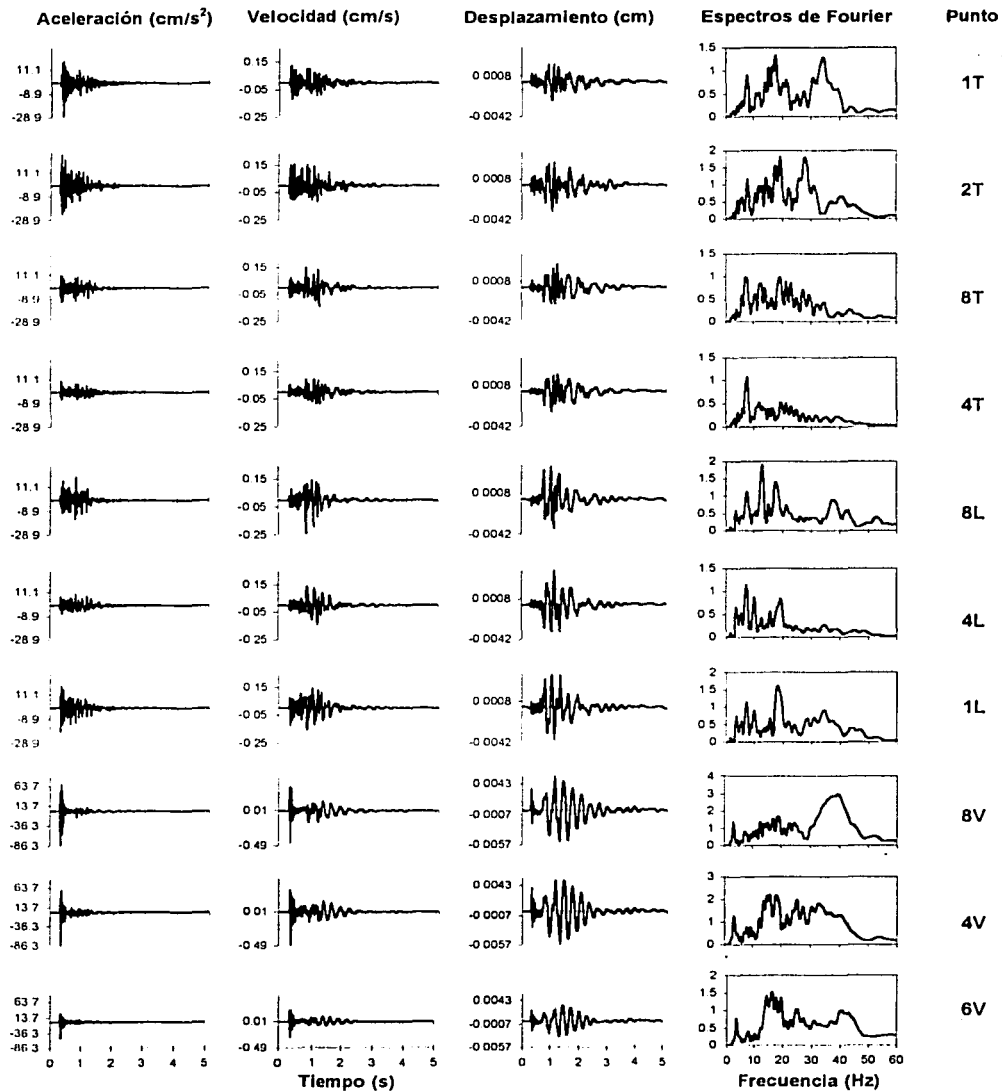


Fig B1

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CASA 7 PRUEBA 5 (R=120 m, h=30 m)

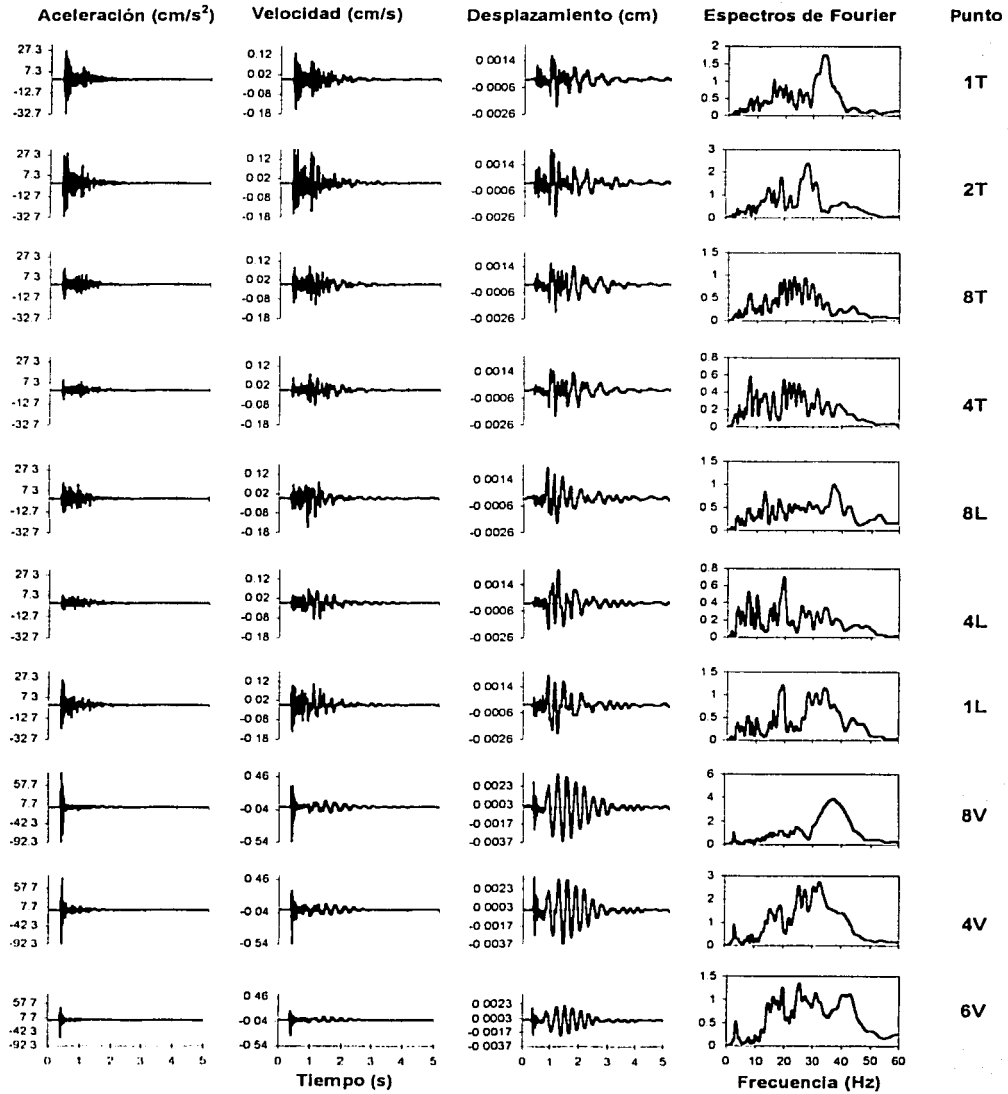


Fig B2

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CASA 11 PRUEBA 5 (R=120 m, h=30 m)

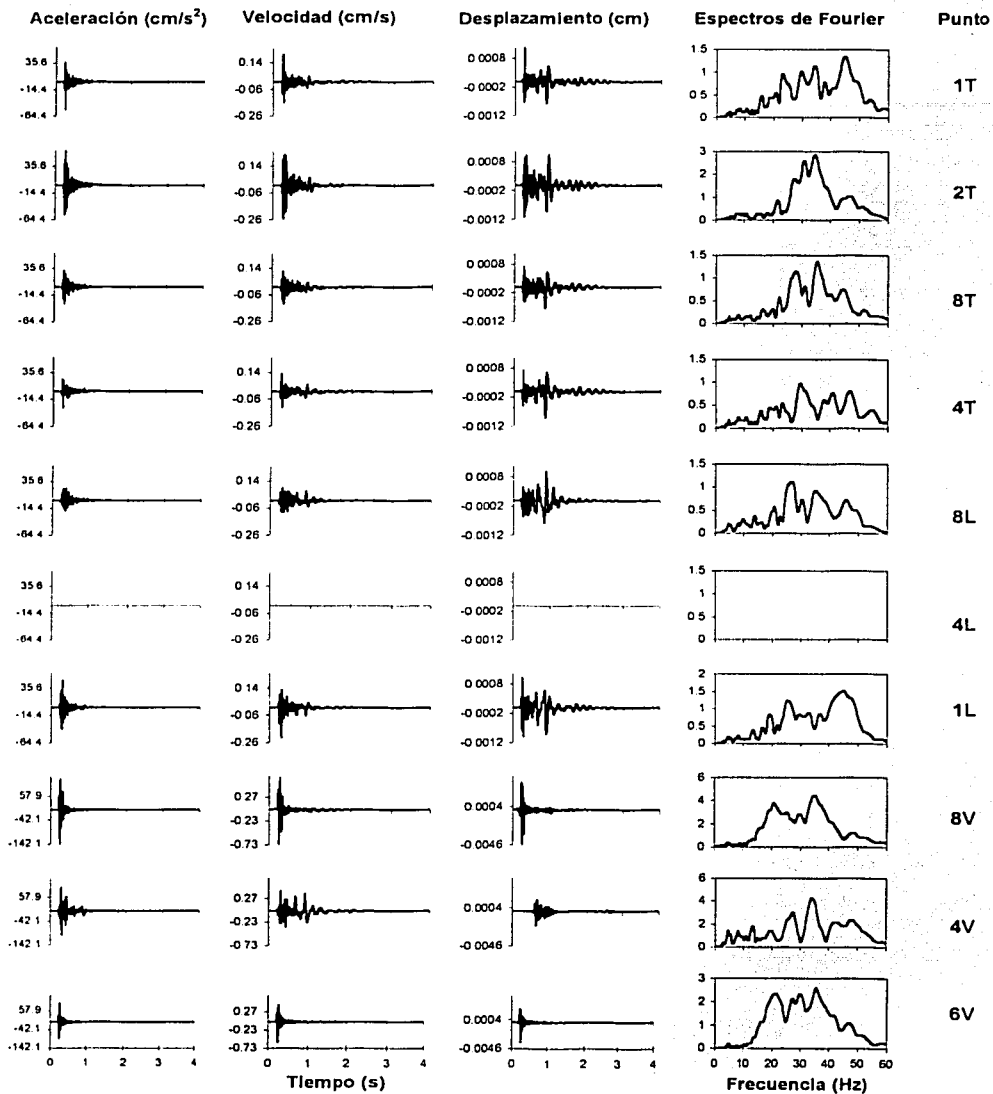


Fig B3

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CASA 11 PRUEBA 6 (R=120 m, h=20 m)

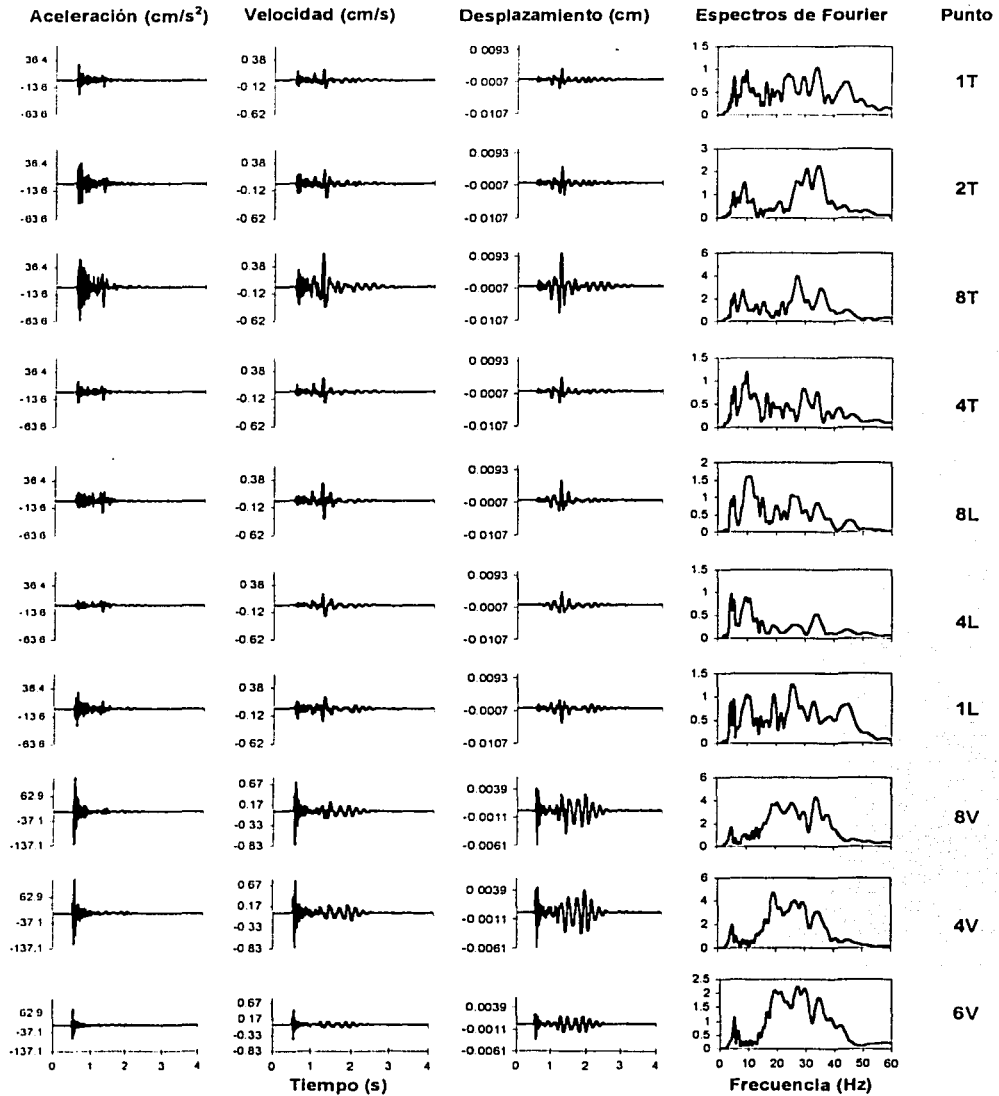


Fig B4

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CASA 66 PRUEBA 9 (R=25 m, h=30 m)

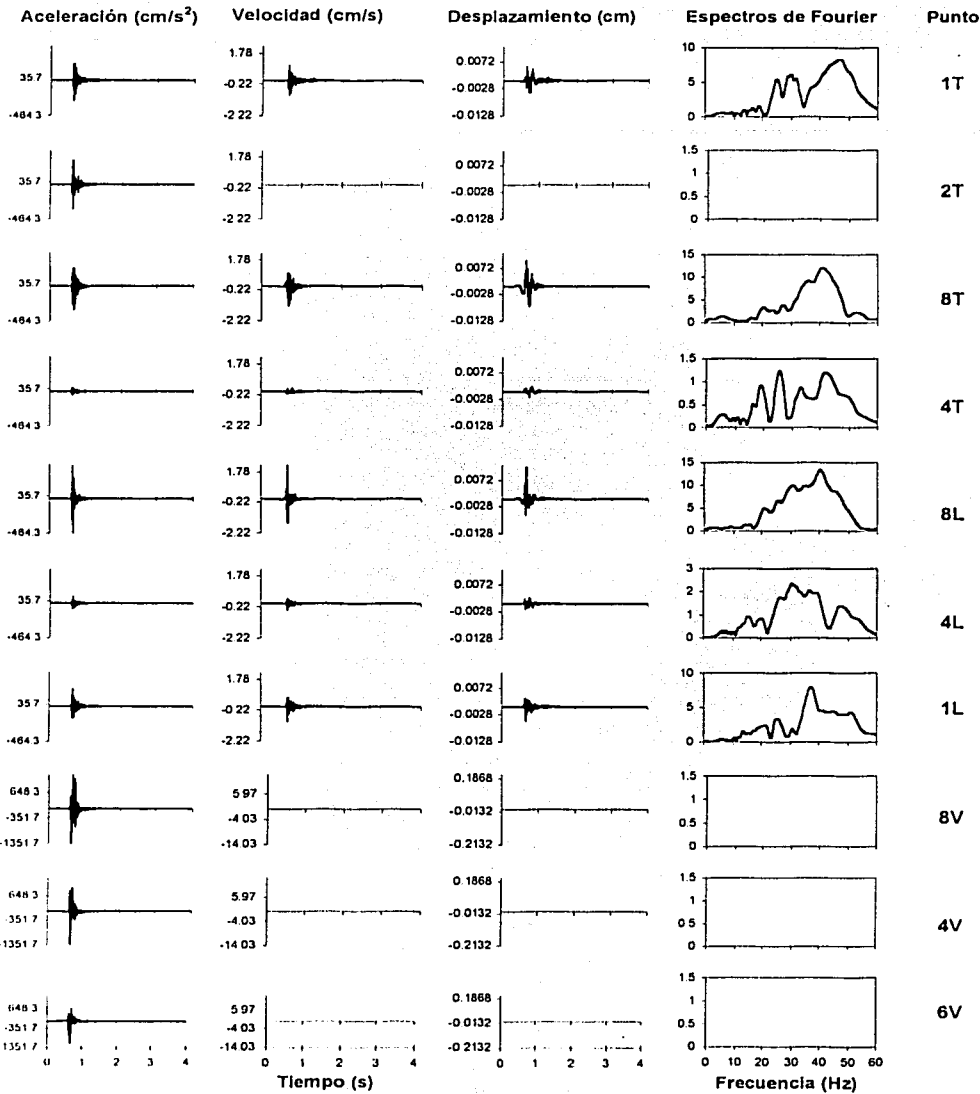


Fig B5

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CASA 66 PRUEBA 11 (R=14 m, h=5 m)

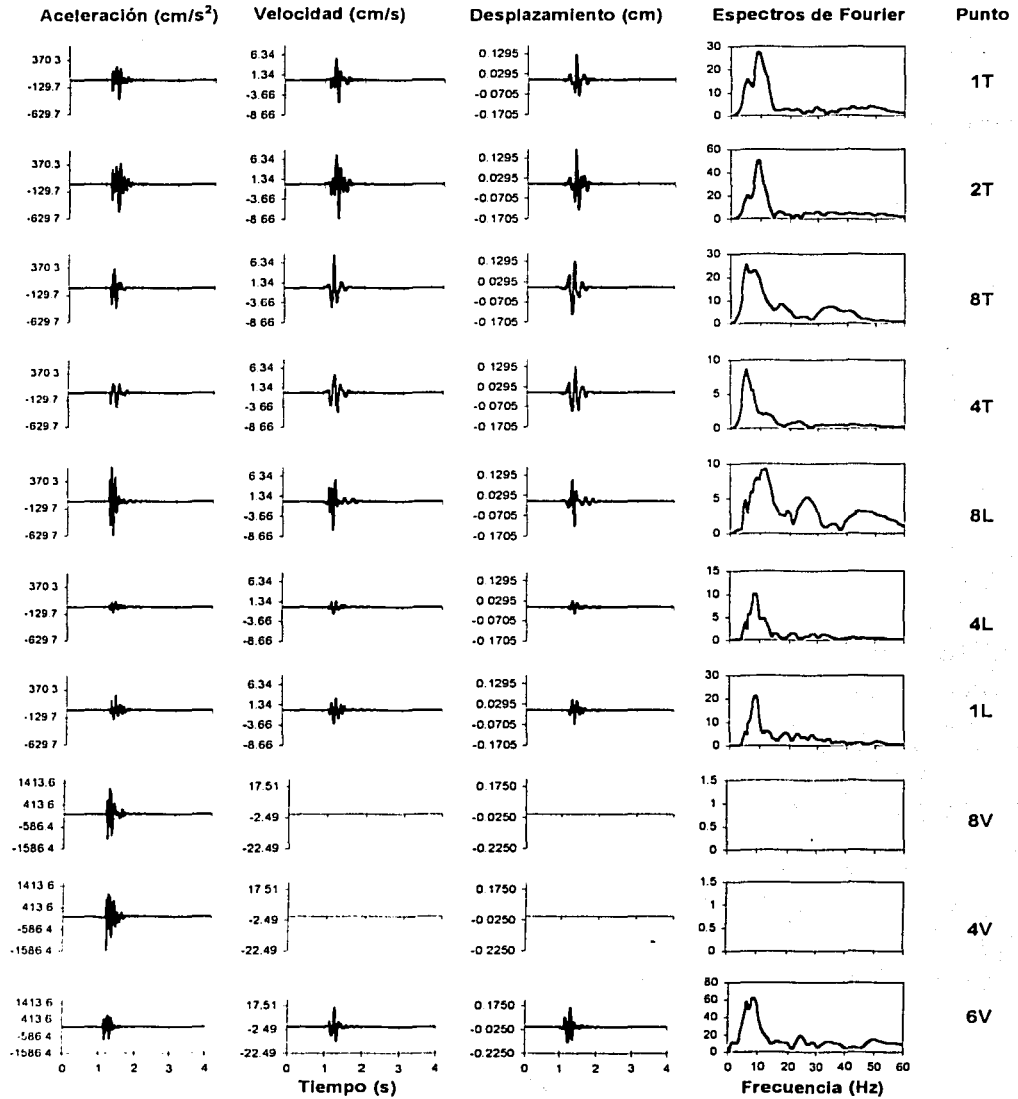


Fig B6

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CASA 67 PRUEBA 6 (R=120 m, h=20 m)

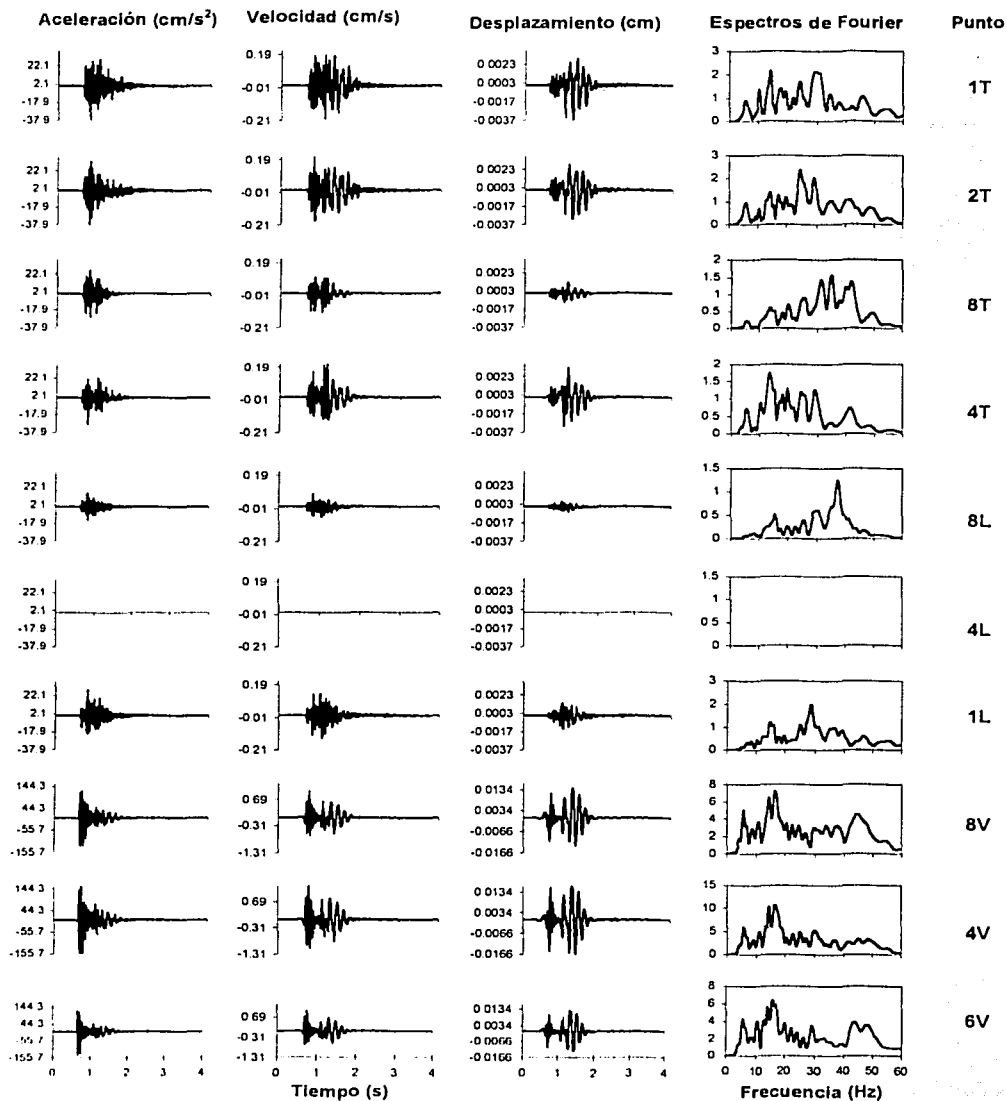


Fig B7

CASA 67 PRUEBA 8 (R=60 m, h=20 m)

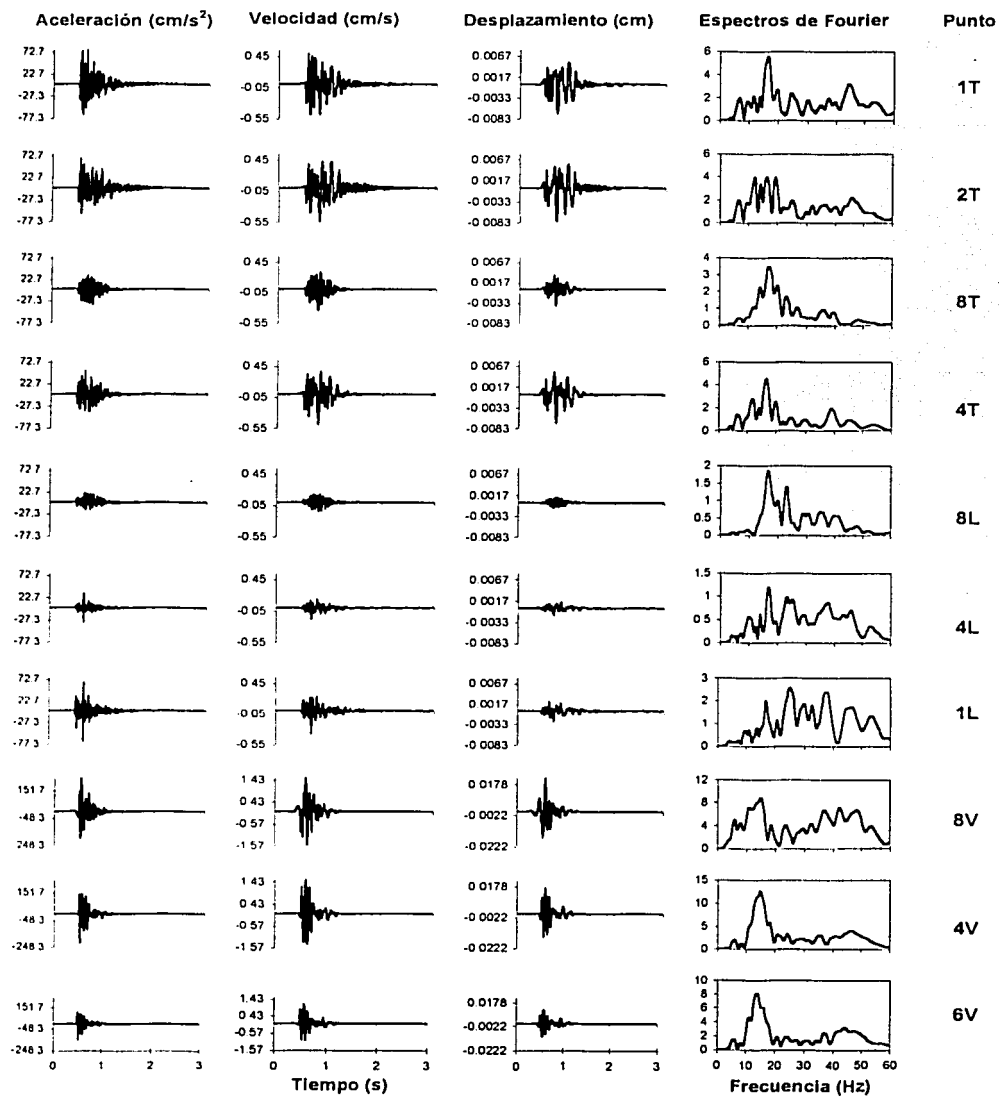


Fig B8

Apéndice C

Tablas de amplitudes máximas

Tabla C1

| CASA 67 | | | | PRUEBAS | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------|-------|-----------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| COMP. | SENSOR | PUNTO | UBICACIÓN | P01 | P02 | P03 | P04 | P05 | P06 | P07 | P08 | P09 | P10 | |
| | | | | R (m) | 240 | 240 | 240 | 120 | 120 | 120 | 60 | 60 | 25 | 25 |
| | | | | h (m) | 30 | 30 | 20 | 30 | 30 | 20 | 30 | 20 | 30 | 20 |
| | | | | w(kg) | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | |
| ACELERACIÓN (cm/s ²) | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-15 | 1T | TECHO | 18 | 20 | 15 | | | 36 | 93 | 77 | 261 | 324 | |
| | D-13 | 2T | | 27 | 25 | 20 | | | 38 | 71 | 66 | 199 | 261 | |
| | D-7 | 4T | | 13 | 14 | 11 | | | 28 | 49 | 51 | 165 | 200 | |
| | FBA-13 | 5T | PISO | | | | 31 | 40 | 31 | | | | | |
| | EPI-14 | 6T | | | | | 33 | 36 | 28 | | | | | |
| D-6 | 8T | 8T | TERRENO | 13 | 13 | 9 | | | 26 | 36 | 36 | 103 | 154 | |
| L | D-14 | 1L | TECHO | 11 | 13 | 7 | | | 27 | 72 | 70 | 198 | 135 | |
| | D-8 | 4L | PISO | 5 | 6 | 3 | | | | 35 | 32 | 83 | 42 | |
| | FBA-13 | 5L | | | | | 47 | 42 | 41 | | | | | |
| | EPI-14 | 6L | | | | | 119 | 86 | 89 | | | | | |
| | D-9 | 8L | 8L | TERRENO | 8 | 8 | 6 | | | 15 | 35 | 19 | 86 | 46 |
| V | D-11 | 4V | PISO | 47 | 51 | 29 | | | 158 | 214 | 212 | 497 | 500 | |
| | FBA-13 | 5V | | | | | 57 | 52 | 34 | | | | | |
| | D-12 | 6V | CENTRO | 35 | 38 | 21 | | | | 149 | 146 | 406 | 302 | |
| | EPI-14 | 6V | | | | | 111 | 125 | 92 | | | | | |
| | D-10 | 8V | 8V | TERRENO | 72 | 79 | 40 | | | 362 | 294 | 986 | 949 | |
| VELOCIDAD (mm/s) | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-15 | 1T | TECHO | 0.9 | 1.0 | 0.7 | | | 2.0 | 6.4 | 5.0 | 17.5 | 23.3 | |
| | D-13 | 2T | | 1.3 | 1.4 | 1.0 | | | 2.1 | 4.7 | 5.7 | 17.8 | 29.0 | |
| | D-7 | 4T | | 0.7 | 0.7 | 0.5 | | | 2.4 | 5.1 | 5.1 | 19.4 | 24.4 | |
| | FBA-13 | 5T | PISO | | | | 1.4 | 1.6 | 1.5 | | | | | |
| | EPI-14 | 6T | | | | | 1.9 | 3.7 | 3.3 | | | | | |
| D-6 | 8T | 8T | TERRENO | 0.7 | 0.7 | 0.5 | | | 1.2 | 3.2 | 3.5 | 8.0 | 13.8 | |
| L | D-14 | 1L | TECHO | 0.5 | 0.5 | 0.4 | | | 1.4 | 4.5 | 3.8 | 11.4 | 8.2 | |
| | D-8 | 4L | PISO | 0.3 | 0.3 | 0.2 | | | | 3.4 | 1.7 | 6.5 | 6.1 | |
| | FBA-13 | 5L | | | | | 2.5 | 2.1 | 2.2 | | | | | |
| | EPI-14 | 6L | | | | | 4.8 | 4.1 | 6.7 | | | | | |
| | D-9 | 8L | 8L | TERRENO | 0.4 | 0.4 | 0.3 | | | 0.7 | 3.4 | 1.4 | 7.8 | 4.5 |
| V | D-11 | 4V | PISO | 2.5 | 2.2 | 1.6 | | | 13.1 | 15.0 | 15.2 | 28.5 | 43.0 | |
| | FBA-13 | 5V | | | | | 2.7 | 3.0 | 2.4 | | | | | |
| | D-12 | 6V | CENTRO | 1.7 | 1.5 | 1.1 | | | | 10.7 | 11.0 | 25.0 | 23.4 | |
| | EPI-14 | 6V | | | | | 7.4 | 8.8 | 6.2 | | | | | |
| | D-10 | 8V | 8V | TERRENO | 2.9 | 3.3 | 1.6 | | | 24.3 | 15.7 | 67.6 | 82.3 | |
| DESPLAZAMIENTO (µm) | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-15 | 1T | TECHO | 11 | 9 | 6 | | | 37 | 55 | 70 | 290 | 368 | |
| | D-13 | 2T | | 10 | 10 | 6 | | | 31 | 55 | 83 | 303 | 418 | |
| | D-7 | 4T | | 10 | 9 | 5 | | | 32 | 61 | 69 | 304 | 385 | |
| | FBA-13 | 5T | PISO | | | | 10 | 18 | 15 | | | | | |
| | EPI-14 | 6T | | | | | 21 | 45 | 38 | | | | | |
| D-6 | 8T | 8T | TERRENO | 4 | 4 | 3 | | | 12 | 38 | 41 | 128 | 178 | |
| L | D-14 | 1L | TECHO | 4 | 5 | 3 | | | 14 | 39 | 24 | 164 | 122 | |
| | D-8 | 4L | PISO | 3 | 4 | 3 | | | | 32 | 16 | 112 | 99 | |
| | FBA-13 | 5L | | | | | 27 | 28 | 45 | | | | | |
| | EPI-14 | 6L | | | | | 79 | 78 | 133 | | | | | |
| | D-9 | 8L | 8L | TERRENO | 2 | 2 | 2 | | | 6 | 39 | 13 | 93 | 52 |
| V | D-11 | 4V | PISO | 15 | 15 | 13 | | | 166 | 175 | 164 | 327 | 487 | |
| | FBA-13 | 5V | | | | | 30 | 33 | 51 | | | | | |
| | D-12 | 6V | CENTRO | 12 | 11 | 8 | | | | 122 | 116 | 275 | 279 | |
| | EPI-14 | 6L | | | | | 91 | 98 | 154 | | | | | |
| | D-10 | 8V | 8V | TERRENO | 16 | 16 | 11 | | | 235 | 222 | 721 | 927 | |

Tabla C2

| CASA 66 | | | PRUEBAS | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------|-------|-----------|-------|------|------|------|------|------|------|---------|---------|-------|-------|-------|----|
| COMP. | SENSOR | PUNTO | UBICACIÓN | P01 | P02 | P03 | P04 | P05 | P06 | P07 | P08 | P09 | P10 | P11 | P12 | |
| | | | | R (m) | 240 | 240 | 240 | 120 | 120 | 120 | 80 | 80 | 25 | 25 | 14 | 5 |
| | | | | h (m) | 30 | 30 | 20 | 30 | 30 | 20 | 30 | 20 | 30 | 20 | 30 | 20 |
| | | | | w(kg) | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | |
| ACELERACIÓN (cm/s ²) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-15 | 1T | TECHO | 23 | 29 | 19 | 73 | 66 | 43 | 175 | 126 | 255 | 308 | 350 | >1000 | |
| | D-13 | 2T | | 20 | 25 | 17 | 72 | 73 | 43 | 221 | 139 | >318 | >319 | 502 | >1000 | |
| | D-7 | 4T | | 3 | 3 | 2 | 9 | 8 | 6 | 24 | 14 | 42 | 59 | 266 | >484 | |
| | FBA-11 | 5T | | 18 | 20 | 14 | 62 | 64 | 36 | 164 | 117 | 302 | 321 | 366 | >500 | |
| | EPI-12 | 7T | | 21 | 1 | 17 | 32 | 47 | 80 | 80 | 507 | 607 | 682 | 968 | | |
| L | D-14 | 1L | TECHO | 7 | 9 | 7 | 22 | 23 | 27 | 74 | 57 | 228 | 201 | 250 | 754 | |
| | D-8 | 4L | | 4 | 4 | 2 | 11 | 10 | 9 | 36 | 28 | 81 | 152 | 102 | 347 | |
| | FBA-11 | 5L | | 8 | 0 | 28 | 18 | 18 | 53 | 53 | 230 | 208 | 210 | 958 | | |
| | EPI-12 | 7L | | 7 | 5 | 18 | 15 | 15 | 48 | 48 | 194 | 210 | 199 | >500 | | |
| | D-9 | 8L | | 6 | 7 | 5 | 17 | 17 | 16 | 76 | 49 | 464 | 437 | 199 | >500 | |
| V | FBA-13 | 8L | 9 | 7 | 24 | 19 | 19 | 79 | 79 | 381 | 548 | 969 | | | | |
| | D-11 | 4V | PISO | 71 | 74 | 52 | 193 | 174 | 165 | 351 | 363 | >1351 | >1385 | >1586 | >1440 | |
| | FBA-11 | 5V | | 46 | 34 | 116 | 114 | 114 | 367 | 367 | 974 | 745 | 880 | | | |
| | EPI-12 | 7V | | 73 | 55 | 157 | 181 | 181 | 478 | 478 | 987 | 597 | 979 | | | |
| | D-12 | 6V | | 32 | 20 | 15 | 144 | 152 | 136 | 288 | 294 | >1112 | 998 | 748 | >1170 | |
| FBA-13 | 8V | 24 | | 29 | 19 | 261 | 241 | 127 | 414 | 414 | >1352 | >1360 | >1127 | >1487 | | |
| T | D-15 | 1T | TECHO | 0.7 | 0.8 | 0.6 | 2.1 | 2.2 | 1.6 | 6.1 | 4.5 | 9.7 | 23.2 | 54.1 | | |
| | D-13 | 2T | | 0.7 | 0.8 | 0.5 | 2.4 | 2.4 | 1.7 | 11.3 | 5.7 | | | 86.6 | | |
| | D-7 | 4T | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 2.5 | 1.5 | 1.9 | 6.4 | 48.1 | | |
| | FBA-11 | 5T | | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 1.4 | 1.4 | 2.9 | 15.8 | 16.6 | 14.4 | 16.6 | 51.3 | | |
| | EPI-12 | 7T | | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 1.7 | 1.7 | 2.7 | 14.4 | 9.8 | 14.4 | 14.4 | 14.0 | | |
| L | D-6 | 8T | TERRENO | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 1.8 | 2.0 | 1.3 | 11.0 | 5.6 | 12.3 | 31.4 | 79.9 | | |
| | FBA-13 | 8T | | 0.4 | 0.3 | 0.9 | 1.2 | 1.2 | 7.1 | 7.1 | 51.9 | 119.6 | | | | |
| | D-14 | 1L | | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.8 | 0.9 | 2.2 | 4.8 | 4.3 | 9.1 | 14.9 | 30.8 | 118.0 | |
| | D-8 | 4L | | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 1.4 | 3.9 | 3.2 | 3.7 | 14.5 | 15.7 | 52.4 | |
| | FBA-11 | 5L | | 0.2 | 0.0 | 0.7 | 1.1 | 1.1 | 4.5 | 4.5 | 27.6 | 35.5 | 37.0 | 227.0 | | |
| V | D-9 | 8L | TERRENO | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.7 | 0.6 | 1.6 | 5.8 | 4.3 | 22.2 | 29.6 | 21.8 | | |
| | FBA-13 | 8L | | 0.2 | 0.1 | 0.6 | 1.8 | 1.8 | 4.8 | 4.8 | 27.4 | 57.1 | | | | |
| | D-11 | 4V | | 2.8 | 2.7 | 2.1 | 6.8 | 8.1 | 6.9 | 19.9 | 26.9 | >113.96 | >81 | >206 | >162 | |
| | FBA-11 | 5V | | 1.2 | 1.0 | 3.3 | 3.9 | 3.9 | 13.5 | 13.5 | 42.7 | 69.1 | 176.1 | | | |
| | EPI-12 | 7V | | 1.7 | 1.3 | 4.6 | 5.2 | 5.2 | 14.2 | 14.2 | 44.4 | 59.3 | 108.2 | | | |
| V | D-12 | 6V | CENTRO | 0.7 | 0.5 | 5.2 | 6.4 | 5.6 | 14.9 | 16.3 | >9.171 | 96.5 | 157.0 | >77 | | |
| | D-10 | 8V | 0.8 | 0.9 | 0.7 | 12.9 | 13.0 | 5.6 | 23.1 | 29.1 | >140.03 | >136 | >225 | >175 | | |
| | FBA-13 | 8V | 1.2 | 0.9 | 2.1 | 3.6 | 3.6 | 11.2 | 11.2 | 74.8 | 128.0 | | | | | |
| DESPLAZAMIENTO (µm) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-15 | 1T | TECHO | 3 | 3 | 6 | 7 | 8 | 24 | 59 | 46 | 51 | 291 | 1205 | | |
| | D-13 | 2T | | 4 | 3 | 7 | 8 | 9 | 20 | 119 | 84 | | | 1705 | | |
| | D-7 | 4T | | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 10 | 31 | 23 | 19 | 107 | 1276 | | |
| | FBA-11 | 5T | | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 21 | 40 | 40 | 191 | 345 | 683 | | |
| | EPI-12 | 7T | | 2 | 3 | 3 | 6 | 6 | 23 | 41 | 41 | 169 | 186 | 196 | | |
| L | D-6 | 8T | TERRENO | 3 | 2 | 6 | 8 | 9 | 16 | 91 | 63 | 97 | 309 | 1321 | | |
| | FBA-13 | 8T | | 3 | 6 | 9 | 17 | 17 | 82 | 82 | 582 | 2494 | | | | |
| | D-14 | 1L | | 3 | 3 | 5 | 7 | 7 | 32 | 62 | 60 | 51 | 221 | 656 | 1816 | |
| | D-8 | 4L | | 2 | 2 | 3 | 5 | 5 | 28 | 43 | 39 | 20 | 175 | 316 | 915 | |
| | FBA-11 | 5L | | 3 | 0 | 6 | 14 | 14 | 67 | 67 | 335 | 920 | 2006 | | | |
| V | EPI-12 | 7L | 3 | 6 | 6 | 13 | 13 | 64 | 64 | 291 | 940 | 4235 | | | | |
| | D-9 | 8L | 2 | 2 | 3 | 6 | 5 | 22 | 60 | 45 | 119 | 297 | 377 | | | |
| | FBA-13 | 8L | 2 | 4 | 6 | 24 | 24 | 52 | 24 | 217 | 1178 | | | | | |
| | D-11 | 4V | 14 | 13 | 10 | 42 | 39 | 38 | 195 | 432 | >1375 | >997 | >2206 | >2243 | | |
| | FBA-11 | 5V | 4 | 4 | 14 | 18 | 18 | 66 | 66 | 457 | 1328 | 3287 | | | | |
| V | EPI-12 | 7V | 7 | 5 | 15 | 22 | 22 | 80 | 80 | 651 | 1285 | 1412 | | | | |
| | D-12 | 6V | CENTRO | 3 | 2 | 61 | 36 | 32 | 165 | 372 | >1850 | 1752 | 1552 | >1134 | | |
| | D-10 | 8V | 4 | 4 | 3 | 251 | 127 | 48 | 241 | 598 | >2132 | >2394 | >2250 | >1745 | | |
| FBA-13 | 8V | 5 | 4 | 4 | 10 | 10 | 48 | 63 | 1307 | 2094 | | | | | | |

Tabla C3

| CASA 07 | | | | PRUEBAS | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------|---------|-----------|---------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| COMF. | SENSOR | PUNTO | UBICACIÓN | P01 | P02 | P03 | P04 | P05 | P06 | P07 | P09 | P10 | P11 | | |
| | | | | R (m) | 240 | 240 | 240 | 120 | 120 | 120 | 60 | 25 | 25 | 14 | |
| | | | | h (m) | 30 | 30 | 20 | 30 | 30 | 20 | 30 | 30 | 20 | 30 | 5 |
| | | | | w(kg) | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 |
| | | | | 442.64 | 442.64 | 442.64 | 56.32 | 56.32 | 56.32 | 28.16 | 11.23 | 11.23 | 5.67 | | |
| ACELERACION (cm/s²) | | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-15 | 1T | TECHO | 23 | 22 | 19 | 29 | 33 | 18 | 50 | 216 | 178 | 372 | | |
| | D-13 | 2T | TECHO | 26 | 29 | 20 | 26 | 31 | 19 | 109 | 279 | 246 | 420 | | |
| | D-7 | 4T | PISO | 7 | 8 | 6 | 9 | 9 | 7 | 33 | 77 | 70 | 171 | | |
| | EPI-14 | 3T | | 6 | 5 | 8 | 8 | 7 | 25 | 80 | 70 | 171 | | | |
| | EPI-11 | 5T | | 6 | 4 | 9 | 10 | 7 | 27 | 110 | 106 | 150 | | | |
| | EPI-12 | 6T | | 7 | 5 | 9 | 11 | 7 | 36 | 77 | 88 | 131 | | | |
| D-6 | 8T | TERRENO | 12 | 13 | 10 | 11 | 15 | 11 | 59 | >151 | 229 | 408 | | | |
| FBA-13 | 9T | | 18 | 14 | 14 | 19 | 22 | 29 | 167 | 270 | 177 | 336 | | | |
| L | D-14 | 1L | TECHO | 15 | 15 | 10 | 19 | 24 | 15 | 70 | 184 | 144 | 347 | | |
| | D-8 | 4L | PISO | 5 | 5 | 5 | 9 | 7 | 9 | 25 | 108 | 63 | 270 | | |
| | EPI-14 | 3L | | 9 | 7 | 12 | 14 | 8 | 41 | 140 | 99 | 321 | | | |
| | EPI-11 | 5L | | 10 | 8 | 13 | 14 | 9 | 102 | 143 | 133 | 257 | | | |
| | EPI-12 | 6L | | 4 | 3 | 11 | 7 | 8 | 21 | 127 | 88 | 311 | | | |
| | D-9 | 8L | TERRENO | 7 | 8 | 7 | 19 | 14 | 11 | 46 | >163 | 184 | 366 | | |
| FBA-13 | 9L | 38 | | 27 | 48 | 57 | 29 | 167 | 299 | 286 | 307 | | | | |
| V | D-11 | 4V | PISO | 60 | 64 | 45 | 75 | 91 | 60 | 326 | 836 | 806 | >1070 | | |
| | EPI-14 | 3V | | 70 | 58 | 95 | 100 | 68 | 356 | 874 | 847 | 988 | | | |
| | EPI-11 | 5V | | 63 | 44 | 67 | 64 | 53 | 263 | 757 | 579 | 850 | | | |
| | D-12 | 6V | CENTRO | 46 | 47 | 30 | 54 | 62 | 41 | 191 | 481 | 426 | 746 | | |
| | EPI-12 | 6V | | 45 | 32 | 50 | 49 | 41 | 192 | 541 | 554 | 922 | | | |
| | D-10 | 8V | | TERRENO | 64 | 64 | 47 | 84 | 92 | 62 | 351 | 881 | 818 | >1374 | |
| FBA-13 | 9V | 62 | 46 | | 82 | 93 | 54 | 314 | 865 | 512 | 963 | | | | |
| VELOCIDAD (mm/s) | | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-15 | 1T | TECHO | 1.3 | 1.2 | 1.0 | 1.2 | 1.5 | 1.3 | 4.7 | 14.3 | 15.0 | 60.1 | | |
| | D-13 | 2T | | 1.5 | 1.5 | 1.0 | 1.6 | 1.8 | 2.0 | 6.3 | 16.8 | 19.8 | 42.4 | | |
| | D-7 | 4T | PISO | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.9 | 0.8 | 1.4 | 2.6 | 8.5 | 11.8 | 46.3 | | |
| | EPI-14 | 3T | | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 0.9 | 0.7 | 1.4 | 2.3 | 8.4 | 11.3 | 45.3 | | |
| | EPI-11 | 5T | | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 0.9 | 1.1 | 1.4 | 2.3 | 7.4 | 9.6 | 32.9 | | |
| | EPI-12 | 6T | | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.9 | 0.8 | 1.2 | 2.1 | 6.7 | 9.0 | 36.0 | | |
| D-6 | 8T | TERRENO | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 1.4 | 1.0 | 1.7 | 4.3 | >16 | 22.8 | 123.2 | | | |
| FBA-13 | 9T | | 0.8 | 0.5 | 1.7 | 1.4 | 1.9 | 6.0 | 24.3 | 26.7 | 84.1 | | | | |
| L | D-14 | 1L | TECHO | 0.7 | 0.8 | 0.6 | 1.6 | 1.4 | 1.6 | 4.7 | 25.2 | 18.1 | 90.0 | | |
| | D-8 | 4L | PISO | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 1.4 | 0.8 | 1.6 | 3.3 | 17.3 | 14.5 | 84.5 | | |
| | EPI-14 | 3L | | 0.4 | 0.5 | 1.6 | 1.1 | 1.8 | 3.6 | 20.9 | 19.1 | 100.6 | | | |
| | EPI-11 | 5L | | 0.4 | 0.5 | 1.6 | 0.9 | 1.8 | 4.0 | 20.3 | 17.0 | 94.5 | | | |
| | EPI-12 | 6L | | 0.3 | 0.5 | 1.6 | 0.9 | 1.7 | 3.7 | 19.3 | 16.7 | 95.2 | | | |
| | D-9 | 8L | TERRENO | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 2.5 | 1.5 | 1.8 | 3.7 | >22 | 29.6 | 137.5 | | |
| FBA-13 | 9L | 1.3 | | 0.9 | 1.5 | 1.3 | 1.9 | 6.0 | 17.6 | 27.6 | 66.4 | | | | |
| V | D-11 | 4V | PISO | 3.4 | 3.3 | 2.6 | 4.2 | 5.4 | 3.8 | 21.1 | 70.4 | 69.7 | >150 | | |
| | EPI-14 | 3V | | 2.9 | 2.2 | 4.6 | 4.0 | 3.6 | 20.6 | 67.7 | 72.2 | 118.7 | | | |
| | EPI-11 | 5V | | 2.4 | 1.9 | 3.5 | 3.0 | 2.9 | 13.9 | 50.3 | 42.3 | 70.3 | | | |
| | D-12 | 6V | CENTRO | 2.2 | 2.3 | 1.6 | 2.8 | 3.2 | 2.2 | 12.0 | 33.8 | 32.9 | 69.8 | | |
| | EPI-12 | 6V | | 1.9 | 1.5 | 2.8 | 2.5 | 2.4 | 11.8 | 43.0 | 41.3 | 90.0 | | | |
| | D-10 | 8V | | TERRENO | 2.9 | 3.1 | 2.4 | 4.5 | 5.2 | 3.1 | 19.5 | 54.3 | 53.2 | >163 | |
| FBA-13 | 9V | 1.7 | 1.6 | | 3.0 | 2.8 | 2.2 | 13.4 | 45.3 | 35.1 | 62.1 | | | | |
| DESPLAZAMIENTO (µm) | | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-15 | 1T | TECHO | 8 | 9 | 16 | 23 | 21 | 30 | 64 | 154 | 191 | 668 | | |
| | D-13 | 2T | | 9 | 10 | 17 | 32 | 26 | 37 | 89 | 171 | 247 | 601 | | |
| | D-7 | 4T | PISO | 8 | 9 | 17 | 24 | 19 | 33 | 55 | 149 | 192 | 608 | | |
| | EPI-14 | 3T | | 8 | 16 | 23 | 18 | 32 | 53 | 140 | 192 | 583 | | | |
| | EPI-11 | 5T | | 8 | 14 | 23 | 19 | 30 | 61 | 116 | 161 | 456 | | | |
| | EPI-12 | 6T | | 8 | 15 | 23 | 18 | 30 | 55 | 108 | 162 | 498 | | | |
| D-6 | 8T | TERRENO | 8 | 9 | 16 | 28 | 20 | 34 | 62 | >265 | 327 | 1558 | | | |
| FBA-13 | 9T | | 10 | 16 | 47 | 24 | 42 | 69 | 407 | 456 | 1258 | | | | |
| L | D-14 | 1L | TECHO | 13 | 14 | 19 | 39 | 23 | 47 | 87 | 369 | 313 | 1402 | | |
| | D-8 | 4L | PISO | 11 | 11 | 16 | 42 | 25 | 49 | 81 | 304 | 287 | 1313 | | |
| | EPI-14 | 3L | | 11 | 16 | 42 | 23 | 48 | 82 | 334 | 374 | 1497 | | | |
| | EPI-11 | 5L | | 11 | 17 | 45 | 26 | 52 | 86 | 334 | 339 | 1349 | | | |
| | EPI-12 | 6L | | 11 | 17 | 43 | 24 | 50 | 85 | 324 | 351 | 1467 | | | |
| | D-9 | 8L | TERRENO | 10 | 11 | 15 | 40 | 23 | 49 | 72 | >295 | 465 | 1644 | | |
| FBA-13 | 9L | 8 | | 18 | 29 | 20 | 42 | 69 | 194 | 371 | 912 | | | | |
| V | D-11 | 4V | PISO | 18 | 18 | 18 | 49 | 37 | 68 | 142 | 584 | 636 | >2062 | | |
| | EPI-14 | 3V | | 14 | 15 | 44 | 29 | 47 | 137 | 615 | 550 | 1822 | | | |
| | EPI-11 | 5V | | 13 | 14 | 45 | 28 | 48 | 102 | 372 | 390 | 1021 | | | |
| | D-12 | 6V | CENTRO | 12 | 12 | 14 | 33 | 22 | 37 | 106 | 327 | 352 | 1047 | | |
| | EPI-12 | 6V | | 10 | 13 | 43 | 29 | 48 | 90 | 355 | 372 | 1268 | | | |
| | D-10 | 8V | | TERRENO | 15 | 15 | 20 | 54 | 36 | 61 | 149 | 508 | 667 | >1624 | |
| FBA-13 | 9V | 9 | 13 | | 36 | 23 | 41 | 91 | 350 | 327 | 1017 | | | | |

Tabla C4

| CASA 11 | | | | PRUEBAS | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------|---------|-----------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|
| COMP. | SENSOR | PUNTO | UBICACIÓN | P01 | P02 | P03 | P04 | P05 | P06 | P07 | P08 | P09 | P10 | |
| | | | | R (m) | 240 | 240 | 240 | 120 | 120 | 120 | 60 | 60 | 25 | 25 |
| | | | | h (m) | 30 | 30 | 20 | 30 | 30 | 20 | 30 | 20 | 30 | 20 |
| | | | | w(kg) | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | | |
| ACELERACIÓN (cm/s²) | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-15 | 1T | TECHO | 8 | 4 | 8 | 41 | 51 | 25 | 80 | 74 | | 248 | |
| | D-13 | 2T | | 7 | 5 | 7 | 84 | 84 | 37 | 85 | 92 | | 189 | |
| | D-7 | 4T | | 4 | 2 | 3 | 29 | 30 | 19 | 57 | 53 | | 163 | |
| | FBA-7 | 5T | PISO | | 2 | 2 | 23 | 23 | 11 | 25 | 37 | | 117 | |
| | EPI-10 | 7T | | 1 | 2 | 10 | 13 | 13 | 21 | 44 | | 111 | | |
| | EPI-8 | 6T | | | 2 | 3 | 19 | 16 | 11 | 13 | 35 | | 124 | |
| | D-6 | 8T | TERRENO | 3 | 3 | 3 | 30 | 30 | 20 | 48 | 58 | | 73 | |
| | FBA-9 | 9T | | | 4 | 6 | 17 | 15 | 13 | 26 | 46 | | 145 | |
| | D-14 | 1L | TECHO | 8 | 5 | 8 | 44 | 49 | 30 | 72 | 88 | | 274 | |
| D-8 | 4L | PISO | 1 | 2 | 2 | 15 | NR | 12 | 24 | 25 | | 78 | | |
| FBA-7 | 5L | | | 2 | 2 | 15 | 15 | 14 | 20 | 57 | | 86 | | |
| EPI-10 | 7L | | | 2 | 3 | 11 | 11 | 14 | 19 | 20 | | 105 | | |
| EPI-8 | 6L | TERRENO | | 2 | 2 | 22 | 13 | 13 | 19 | 36 | | 63 | | |
| D-9 | 8L | | 6 | 5 | 4 | 22 | 21 | 22 | 35 | 67 | | 89 | | |
| FBA-9 | 9L | | | 5 | 7 | 25 | 35 | 21 | 59 | 53 | | 166 | | |
| D-11 | 4V | PISO | 29 | 25 | 28 | 116 | 98 | 137 | 283 | 432 | | 329 | | |
| FBA-7 | 5V | | | 13 | 17 | 69 | 79 | 55 | 149 | 159 | | 532 | | |
| EPI-10 | 7V | | | 16 | 18 | 86 | 83 | 77 | 161 | 212 | | 494 | | |
| D-12 | 6V | CENTRO | 17 | 15 | 16 | 96 | 97 | 82 | 169 | 199 | | 475 | | |
| EPI-8 | 6V | | | 21 | 22 | 123 | 125 | 98 | 233 | 276 | | 659 | | |
| D-10 | 8V | | TERRENO | 27 | 23 | 29 | 137 | 142 | 135 | 392 | 423 | | 325 | |
| FBA-9 | 9V | | | 19 | 17 | 67 | 76 | 52 | 155 | 145 | | 504 | | |
| VELOCIDAD (mm/s) | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-15 | 1T | TECHO | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 1.9 | 2.0 | 1.9 | 3.9 | 4.9 | | 19.7 | |
| | D-13 | 2T | | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 2.5 | 2.6 | 2.4 | 4.2 | 5.7 | | 24.1 | |
| | D-7 | 4T | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 1.1 | 1.3 | 2.4 | 2.8 | 5.0 | | 22.8 | |
| | FBA-7 | 5T | PISO | | 0.1 | 0.2 | 0.8 | 0.6 | 1.9 | 1.2 | 4.2 | | 10.8 | |
| | EPI-10 | 7T | | | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 0.5 | 2.3 | 1.5 | 4.6 | | 11.7 | |
| | EPI-8 | 6T | | | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.6 | 2.1 | 1.1 | 3.8 | | 10.7 | |
| | D-6 | 8T | TERRENO | 1.2 | 0.2 | 0.2 | 1.3 | 1.2 | 2.0 | 2.3 | 4.2 | | 6.5 | |
| | FBA-9 | 9T | | | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 1.5 | 1.4 | 3.8 | | 10.0 | |
| | D-14 | 1L | TECHO | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 1.8 | 2.2 | 2.2 | 3.4 | 4.6 | | 21.1 | |
| D-8 | 4L | PISO | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 2.0 | 1.2 | 3.2 | | 16.5 | | |
| FBA-7 | 5L | | | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 2.3 | 1.7 | 4.3 | | 5.4 | | |
| EPI-10 | 7L | | | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.6 | 2.2 | 1.5 | 3.3 | | 7.9 | | |
| EPI-8 | 6L | TERRENO | | 0.1 | 0.3 | 0.6 | 0.6 | 2.2 | 1.5 | 3.8 | | 6.9 | | |
| D-9 | 8L | | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.9 | 0.9 | 3.3 | 3.8 | 8.0 | | 11.1 | | |
| FBA-9 | 9L | | | 0.2 | 0.2 | 1.0 | 1.3 | 1.9 | 2.1 | 3.3 | | 10.3 | | |
| D-11 | 4V | PISO | 2.3 | 1.8 | 2.2 | 2.3 | 8.0 | 19.1 | 26.6 | | | 27.1 | | |
| FBA-7 | 5V | | | 0.9 | 1.0 | 3.2 | 3.6 | 3.3 | 8.8 | 10.9 | | 27.5 | | |
| EPI-10 | 7V | | | 1.0 | 1.2 | 3.3 | 3.3 | 4.0 | 7.3 | 13.3 | | 25.3 | | |
| D-12 | 6V | CENTRO | 1.2 | 1.0 | 1.2 | 4.6 | 5.7 | 4.6 | 10.3 | 13.7 | | 38.2 | | |
| EPI-8 | 6V | | | 1.2 | 1.4 | 4.1 | 4.7 | 4.7 | 10.2 | 16.4 | | 33.9 | | |
| D-10 | 8V | | TERRENO | 2.2 | 1.7 | 2.2 | 7.8 | 7.4 | 8.3 | 19.1 | 28.0 | | 26.2 | |
| FBA-9 | 9V | | | 1.1 | 1.1 | 3.1 | 4.0 | 3.3 | 7.7 | 10.8 | | 26.4 | | |
| DESPLAZAMIENTO (µm) | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-15 | 1T | TECHO | 3 | 2 | 5 | 10 | 12 | 34 | 20 | 54 | | 309 | |
| | D-13 | 2T | | 4 | 2 | 5 | 13 | 11 | 50 | 25 | 70 | | 368 | |
| | D-7 | 4T | | 4 | 2 | 5 | 11 | 9 | 44 | 21 | 66 | | 387 | |
| | FBA-7 | 5T | PISO | | 1 | 4 | 10 | 9 | 40 | 24 | 52 | | 149 | |
| | EPI-10 | 7T | | | 2 | 4 | 11 | 10 | 47 | 27 | 63 | | 157 | |
| | EPI-8 | 6T | | | 2 | 5 | 10 | 8 | 39 | 21 | 53 | | 141 | |
| | D-6 | 8T | TERRENO | 3 | 2 | 4 | 9 | 7 | 34 | 22 | 41 | | 121 | |
| | FBA-9 | 9T | | | 1 | 4 | 7 | 6 | 29 | 20 | 61 | | 129 | |
| | D-14 | 1L | TECHO | 4 | 2 | 4 | 8 | 10 | 42 | 25 | 58 | | 338 | |
| D-8 | 4L | PISO | 5 | 2 | 4 | 7 | | 42 | 24 | 55 | | 297 | | |
| FBA-7 | 5L | | | 2 | 4 | 8 | 9 | 44 | 28 | 61 | | 82 | | |
| EPI-10 | 7L | | | 2 | 4 | 8 | 10 | 41 | 27 | 52 | | 83 | | |
| EPI-8 | 6L | TERRENO | | 2 | 4 | 8 | 9 | 43 | 25 | 55 | | 73 | | |
| D-9 | 8L | | 5 | 2 | 4 | 9 | 10 | 61 | 45 | 98 | | 168 | | |
| FBA-9 | 9L | | | 2 | 3 | 7 | 8 | 34 | 23 | 49 | | 103 | | |
| D-11 | 4V | PISO | 19 | 15 | 17 | 19 | 61 | 121 | 238 | | | 273 | | |
| FBA-7 | 5V | | | 8 | 9 | 18 | 23 | 25 | 40 | 76 | | 168 | | |
| EPI-10 | 7V | | | 8 | 8 | 21 | 23 | 28 | 43 | 99 | | 168 | | |
| D-12 | 6V | CENTRO | 11 | 8 | 9 | 29 | 38 | 34 | 80 | 109 | | 348 | | |
| EPI-8 | 6V | | | 9 | 9 | 23 | 30 | 31 | 55 | 121 | | 220 | | |
| D-10 | 8V | | TERRENO | 18 | 14 | 16 | 46 | 41 | 59 | 110 | 219 | | 232 | |
| FBA-9 | 9V | | | 8 | 9 | 18 | 25 | 23 | 43 | 83 | | 148 | | |

Tabla C5

| CASA 69 | | | | PRUEBA | P01 | P02 | P03 | P04 | P05 | P06 | P07 | P08 | P09 | P10 |
|----------------------------------|--------|---------|-----------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| COMP. | SENSOR | PUNTO | UBICACIÓN | R (m) | 240 | 240 | 240 | 120 | 120 | 120 | 60 | 60 | 25 | 25 |
| | | | | h (m) | 30 | 30 | 20 | 30 | 30 | 20 | 30 | 20 | 30 | 20 |
| | | | | TACO | GA | MR | GA | GA | MR | MR | GA | MR | MR | MR |
| | | | | w(kg) | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | |
| ACELERACIÓN (cm/s ²) | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-15 | 1T | TECHO | 36 | | | | 78 | 74 | 50 | 218 | 169 | 414 | 463 |
| | D-13 | 2T | | 19 | | | | 50 | 43 | 31 | 138 | 76 | 318 | 289 |
| | D-7 | 4T | | 14 | | | | 33 | 29 | 24 | 101 | 82 | 200 | 223 |
| | FBA-13 | 5T | PISO | 7 | 5 | 6 | | 14 | 15 | 13 | 57 | 52 | 63 | 149 |
| | EPI-10 | 7T | | 9 | 7 | 9 | | 16 | 20 | 15 | 55 | 50 | 107 | 126 |
| | EPI-14 | 6T | | 10 | 8 | 10 | | 19 | 19 | 15 | 50 | 52 | 120 | 122 |
| D-6 | 8T | TERRENO | 30 | | | | 63 | 61 | 48 | 129 | 114 | 372 | 305 | |
| FBA-9 | 9T | | 31 | 27 | 30 | | 68 | 56 | 49 | 148 | 163 | 326 | 287 | |
| L | D-14 | 1L | TECHO | 37 | | | | 75 | 80 | 65 | 204 | 169 | 460 | 529 |
| | D-8 | 4L | PISO | 21 | | | | 42 | 39 | 35 | 115 | 105 | 248 | 273 |
| | FBA-13 | 5L | | 17 | 13 | 17 | | 37 | 42 | 35 | 107 | 101 | 331 | 131 |
| | EPI-10 | 7L | | 12 | 9 | 12 | | 22 | 25 | 20 | 57 | 60 | 121 | 133 |
| | EPI-14 | 6L | 14 | 10 | 13 | | 27 | 22 | 20 | 0 | 60 | 150 | 147 | |
| | D-9 | 8L | TERRENO | 18 | | | | 74 | 73 | 64 | 176 | 150 | 228 | 160 |
| FBA-9 | 9L | 27 | | 24 | 34 | | 64 | 67 | 56 | 123 | 131 | 111 | 220 | |
| V | D-11 | 4V | PISO | 107 | | | | 234 | 205 | 184 | 538 | 460 | 896 | 953 |
| | FBA-13 | 5V | | 43 | 36 | 46 | | 86 | 90 | 74 | 252 | 181 | 677 | 976 |
| | EPI-10 | 7V | | 56 | 45 | 51 | | 107 | 103 | 83 | 146 | 152 | 171 | 243 |
| | D-12 | 6V | CENTRO | 41 | | | | 112 | 94 | 72 | 233 | 179 | 526 | 507 |
| | EPI-14 | 6V | | 52 | 44 | 50 | | 100 | 85 | 76 | 268 | 206 | 583 | 642 |
| | D-10 | 8V | | 78 | | | | 200 | 178 | 136 | 432 | 299 | 1101 | 1130 |
| FBA-9 | 9V | 55 | 41 | 53 | | 129 | 122 | 89 | 538 | 313 | 985 | 981 | | |
| VELOCIDAD (mm/s) | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-15 | 1T | TECHO | 1.6 | | | | 3.4 | 3.4 | 2.7 | 9.1 | 7.7 | 23.7 | 25.8 |
| | D-13 | 2T | | 0.6 | | | | 1.7 | 1.6 | 1.5 | 5.1 | 4.0 | 15.4 | 17.1 |
| | D-7 | 4T | | 0.6 | | | | 1.5 | 1.6 | 1.2 | 4.7 | 4.0 | 10.5 | 13.1 |
| | FBA-13 | 5T | PISO | 0.2 | 0.2 | 0.2 | | 0.5 | 0.7 | 0.7 | 2.3 | 2.4 | 8.0 | 7.1 |
| | EPI-10 | 7T | | 0.3 | 0.2 | 0.3 | | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 2.0 | 2.3 | 7.9 | 7.3 |
| | EPI-14 | 6T | | 0.4 | 0.3 | 0.3 | | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 1.9 | 2.3 | 7.0 | 6.3 |
| D-6 | 8T | TERRENO | 1.4 | | | | 2.7 | 3.1 | 2.4 | 7.8 | 6.8 | 38.6 | 28.8 | |
| FBA-9 | 9T | | 0.8 | 0.6 | 0.8 | | 1.9 | 1.5 | 1.6 | 4.2 | 5.1 | 12.5 | 10.6 | |
| L | D-14 | 1L | TECHO | 1.9 | | | | 3.7 | 3.4 | 3.5 | 10.7 | 9.6 | 24.5 | 30.1 |
| | D-8 | 4L | PISO | 1.0 | | | | 2.2 | 2.3 | 2.0 | 6.1 | 5.8 | 13.5 | 16.9 |
| | FBA-13 | 5L | | 0.6 | 0.5 | 0.6 | | 1.5 | 1.6 | 1.3 | 4.4 | 4.0 | 18.1 | 10.0 |
| | EPI-10 | 7L | | 0.3 | 0.3 | 0.4 | | 0.8 | 0.9 | 1.3 | 2.4 | 3.5 | 7.1 | 11.0 |
| | EPI-14 | 6L | 0.5 | 0.4 | 0.5 | | 1.0 | 0.8 | 1.2 | 0.0 | 3.3 | 8.0 | 10.7 | |
| | D-9 | 8L | TERRENO | 0.9 | | | | 4.4 | 4.4 | 4.2 | 9.7 | 8.8 | 14.3 | 15.5 |
| FBA-9 | 9L | 0.9 | | 0.7 | 0.9 | | 2.2 | 1.9 | 1.6 | 4.0 | 6.3 | 10.2 | 17.7 | |
| V | D-11 | 4V | PISO | 5.6 | | | | 11.4 | 11.3 | 9.8 | 26.9 | 24.5 | 59.0 | 68.0 |
| | FBA-13 | 5V | | 1.6 | 1.2 | 1.5 | | 3.3 | 3.6 | 3.2 | 11.0 | 7.8 | 38.3 | 41.0 |
| | EPI-10 | 7V | | 1.6 | 1.2 | 1.7 | | 3.5 | 3.6 | 3.0 | 4.9 | 6.8 | 12.1 | 11.8 |
| | D-12 | 6V | CENTRO | 2.1 | | | | 4.7 | 4.8 | 3.8 | 11.9 | 10.1 | 28.6 | 30.0 |
| | EPI-14 | 6V | | 1.8 | 1.4 | 1.6 | | 3.9 | 3.3 | 3.1 | 9.9 | 10.4 | 23.3 | 32.8 |
| | D-10 | 8V | | 3.9 | | | | 9.1 | 9.3 | 7.4 | 20.4 | 17.4 | 68.4 | 84.3 |
| FBA-9 | 9V | 1.8 | 1.5 | 1.6 | | 4.1 | 4.3 | 4.3 | 18.1 | 14.8 | 54.0 | 52.0 | | |
| DESPLAZAMIENTO (µm) | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-15 | 1T | TECHO | 8 | | | | 18 | 17 | 14 | 53 | 51 | 149 | 161 |
| | D-13 | 2T | | 3 | | | | 8 | 8 | 15 | 27 | 64 | 121 | 140 |
| | D-7 | 4T | | 3 | | | | 9 | 8 | 15 | 29 | 45 | 95 | 100 |
| | FBA-13 | 5T | PISO | 1 | 1 | 1 | | 5 | 4 | 13 | 18 | 41 | 91 | 71 |
| | EPI-10 | 7T | | 1 | 1 | 1 | | 5 | 4 | 13 | 19 | 40 | 94 | 63 |
| | EPI-14 | 6T | | 1 | 1 | 1 | | 5 | 4 | 12 | 16 | 40 | 88 | 64 |
| D-6 | 8T | TERRENO | 6 | | | | 16 | 17 | 15 | 51 | 55 | 498 | 306 | |
| FBA-9 | 9T | | 3 | 2 | 3 | | 8 | 6 | 15 | 28 | 52 | 114 | 137 | |
| L | D-14 | 1L | TECHO | 9 | | | | 18 | 19 | 20 | 54 | 68 | 179 | 256 |
| | D-8 | 4L | PISO | 5 | | | | 12 | 12 | 15 | 37 | 52 | 103 | 133 |
| | FBA-13 | 5L | | 2 | 2 | 2 | | 7 | 8 | 18 | 23 | 54 | 170 | 159 |
| | EPI-10 | 7L | | 2 | 3 | 2 | | 7 | 7 | 21 | 15 | 50 | 113 | 166 |
| | EPI-14 | 6L | 2 | 2 | 2 | | 7 | 6 | 19 | | 51 | 74 | 158 | |
| | D-9 | 8L | TERRENO | 5 | | | | 27 | 27 | 26 | 55 | 52 | 109 | 191 |
| FBA-9 | 9L | 2 | | 4 | 3 | | 8 | 7 | 22 | 32 | 78 | 122 | 231 | |
| V | D-11 | 4V | PISO | 27 | | | | 66 | 61 | 63 | 174 | 164 | 401 | 450 |
| | FBA-13 | 5V | | 6 | 5 | 6 | | 16 | 18 | 18 | 56 | 70 | 446 | 473 |
| | EPI-10 | 7V | | 6 | 5 | 6 | | 20 | 18 | 18 | 54 | 80 | 108 | 154 |
| | D-12 | 6V | CENTRO | 10 | | | | 27 | 26 | 25 | 68 | 55 | 165 | 257 |
| | EPI-14 | 6V | | 7 | 6 | 6 | | 19 | 16 | 18 | 51 | 76 | 137 | 273 |
| | D-10 | 8V | | 19 | | | | 52 | 50 | 48 | 172 | 136 | 577 | 692 |
| FBA-9 | 9V | 7 | 5 | 6 | | 20 | 21 | 21 | 206 | 90 | 538 | 621 | | |

Tabla C6

| CASA 89-II | | | | PRUEBA | P01 | P02 | P03 | P05 | P06 | P07 | P08 | P09 | P10 | P11 | P12 | P13 | P14 | P15 | P16 | P17 | P18 | P19 | P20 | | |
|---------------------|--------|-------|-----------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| COND. | SENSOR | PUNTO | UBICACION | R (m) | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 180 | 180 | 180 | 180 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | | |
| | | | | h (m) | 20 | 20 | 20 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 20 | 20 | 20 | 20 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | | | | W(kg) | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 |
| | | | | TACO | MR | MR | GA | MR | MR | GA | GA | MR | MR | GA | GA | MR | MR | GA | MR | MR | GA | GA | MR | MR | GA |
| EXP | PENT | VIBR | PENT | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | | | |
| ACELERACIÓN (cm/s²) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-9 | 2T | TECHO | | 13 | 13 | 13 | 26 | 27 | 25 | 24 | 43 | 40 | 45 | 45 | 42 | 35 | 35 | 23 | 68 | 72 | 80 | 68 | | |
| | D-12 | 8T | TERRENO | | 5 | 4 | 5 | 7 | 8 | 8 | 10 | 18 | 15 | 17 | 17 | 13 | 14 | 15 | 21 | 30 | 35 | 42 | 29 | | |
| | D-7 | 5T | PISO | | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 10 | 11 | 10 | 10 | 10 | 11 | 11 | 7 | 16 | 15 | 17 | 17 | | |
| L | D-8 | 2L | TECHO | | 14 | 15 | 15 | 28 | 28 | 23 | 24 | 58 | 55 | 61 | 51 | 52 | 54 | 53 | 31 | 82 | 73 | 73 | 72 | | |
| | D-11 | 8L | TERRENO | | 4 | 4 | 4 | 7 | 7 | 7 | 6 | 18 | 14 | 16 | 15 | 16 | 14 | 14 | 9 | 22 | 22 | 23 | 20 | | |
| | D-6 | 5L | PISO | | 7 | 6 | 8 | 11 | 11 | 12 | 12 | 28 | 29 | 29 | 27 | 23 | 26 | 27 | 17 | 35 | 32 | 34 | 34 | | |
| V | D-10 | 8V | TERRENO | | 37 | 36 | 38 | 81 | 66 | 62 | 62 | 141 | 145 | 144 | 133 | 134 | 142 | 138 | 97 | 217 | 169 | 194 | 214 | | |
| VELOCIDAD (mm/s) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-9 | 2T | TECHO | | 0.49 | 0.42 | 0.51 | 0.86 | 0.87 | 0.92 | 0.89 | 1.73 | 1.80 | 1.73 | 1.82 | 1.58 | 1.64 | 1.63 | 2.47 | 2.58 | 2.44 | 2.71 | 2.84 | | |
| | D-12 | 8T | TERRENO | | 0.19 | 0.19 | 0.17 | 0.33 | 0.29 | 0.38 | 0.34 | 0.65 | 0.68 | 0.78 | 0.59 | 0.63 | 0.69 | 0.73 | 1.07 | 1.76 | 1.86 | 2.07 | 1.50 | | |
| | D-7 | 5T | PISO | | 0.08 | 0.12 | 0.11 | 0.18 | 0.18 | 0.20 | 0.18 | 0.47 | 0.48 | 0.54 | 0.48 | 0.53 | 0.58 | 0.61 | 0.36 | 0.89 | 0.84 | 0.87 | 0.77 | | |
| L | D-8 | 2L | TECHO | | 0.73 | 0.63 | 0.73 | 0.98 | 0.97 | 1.15 | 1.14 | 2.77 | 2.85 | 2.85 | 2.66 | 2.75 | 3.03 | 3.09 | 1.89 | 3.89 | 3.50 | 3.80 | 3.58 | | |
| | D-11 | 8L | TERRENO | | 0.17 | 0.15 | 0.19 | 0.28 | 0.27 | 0.30 | 0.29 | 0.66 | 0.69 | 0.68 | 0.65 | 0.64 | 0.67 | 0.68 | 0.47 | 1.05 | 0.94 | 1.05 | 1.03 | | |
| | D-6 | 5L | PISO | | 0.31 | 0.33 | 0.32 | 0.51 | 0.52 | 0.52 | 0.48 | 1.32 | 1.35 | 1.47 | 1.21 | 1.27 | 1.33 | 1.43 | 0.84 | 2.01 | 1.84 | 1.93 | 1.68 | | |
| V | D-10 | 8V | TERRENO | | 1.91 | 1.73 | 1.95 | 2.87 | 2.73 | 2.84 | 2.79 | 6.85 | 6.89 | 7.34 | 6.28 | 8.08 | 8.07 | 8.32 | 5.21 | 9.48 | 9.76 | 10.13 | 9.20 | | |
| DESPLAZAMIENTO (µm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-9 | 2T | TECHO | | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 8 | 7 | 8 | 7.6 | 11.9 | 12.9 | 11.4 | 6 | 13.3 | 13.5 | 14.7 | 13 | | |
| | D-12 | 8T | TERRENO | | 2 | 2 | 2 | 5 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 3.2 | 8.8 | 10.8 | 9.6 | 34.8 | 26.1 | 19.5 | 19.4 | 16.5 | | |
| | D-7 | 5T | PISO | | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 5 | 3 | 2.3 | 9.2 | 11.3 | 10 | 4.8 | 5.3 | 6 | 6 | 5.2 | | |
| L | D-8 | 2L | TECHO | | 3 | 4 | 3 | 6 | 5 | 5 | 5 | 14 | 14 | 16 | 12.8 | 16.7 | 17.8 | 16.8 | 9.6 | 23 | 20.2 | 20.8 | 19.5 | | |
| | D-11 | 8L | TERRENO | | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 4 | 3.1 | 5.4 | 5.8 | 4.9 | 2.8 | 5.5 | 5.3 | 5.6 | 4.6 | | |
| | D-6 | 5L | PISO | | 3 | 4 | 4 | 6 | 2 | 3 | 2 | 7 | 15 | 11 | 6.2 | 18 | 18.8 | 16 | 9.4 | 11.5 | 10.2 | 10.5 | 10.1 | | |
| V | D-10 | 8V | TERRENO | | 10 | 9 | 9 | 15 | 12 | 13 | 13 | 36 | 39 | 39 | 34.1 | 49.1 | 53.2 | 53 | 31 | 66.6 | 56.4 | 58.9 | 59.4 | | |

| CASA 89-II | | | | PRUEBA | P01 | P02 | P03 | P05 | P06 | P07 | P08 | P09 | P10 | P11 | P12 | P13 | P14 | P15 | P16 | P17 | P18 | P19 | P20 | | |
|---------------------|--------|-------|-----------|--------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| COND. | SENSOR | PUNTO | UBICACION | R (m) | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 120 | 120 | 120 | 120 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | | |
| | | | | h (m) | 20 | 20 | 20 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 20 | 20 | 20 | 20 | 30 | 30 | 30 | 30 | |
| | | | | W(kg) | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 |
| | | | | TACO | MR | MR | GA | MR | MR | GA | GA | MR | MR | GA | GA | MR | MR | GA | MR | MR | GA | GA | MR | MR | GA |
| EXP | PENT | VIBR | PENT | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | | | |
| ACELERACIÓN (cm/s²) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-15 | 88T | TERRENO | | 6 | 6 | 5 | 11 | 10 | 11 | 11 | 31 | 28 | 24 | 30 | 30 | 30 | 33 | 24 | 87 | 64 | 77 | 68 | | |
| L | D-14 | 88L | TERRENO | | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 4 | 12 | 10 | 10 | 12 | 32 | 34 | 24 | 20 | 37 | 33 | 34 | 36 | | |
| V | D-13 | 88V | TERRENO | | 39 | 46 | 57 | 90 | 84 | 91 | 89 | 240 | 239 | 216 | 243 | 268 | 311 | 321 | 246 | 324 | 300 | 328 | 320 | | |
| VELOCIDAD (mm/s) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-15 | 88T | TERRENO | | 0.25 | 0.21 | 0.20 | 0.36 | 0.36 | 0.34 | 0.35 | 1.04 | 1.05 | 1.01 | 1.09 | 1.35 | 1.52 | 1.67 | 1.19 | 2.75 | 2.63 | 3.15 | 2.89 | | |
| L | D-14 | 88L | TERRENO | | 0.28 | 0.29 | 0.25 | 0.22 | 0.23 | 0.25 | 0.23 | 0.50 | 0.96 | 0.79 | 0.48 | 3.40 | 3.99 | 2.76 | 1.89 | 2.21 | 1.94 | 1.54 | 1.31 | | |
| V | D-13 | 88V | TERRENO | | 2.30 | 2.07 | 2.28 | 3.36 | 3.65 | 3.85 | 3.80 | 13.94 | 12.05 | 13.09 | 9.29 | 22.06 | 21.88 | 20.66 | 19.70 | 14.39 | 18.75 | 20.42 | 20.95 | | |
| DESPLAZAMIENTO (µm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-15 | 88T | TERRENO | | 5 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 5 | 10 | 8 | 4.5 | 12.9 | 13.4 | 15.3 | 9.9 | 14.3 | 18.7 | 17.1 | 15.7 | | |
| L | D-14 | 88L | TERRENO | | 6 | 6 | 5 | 6 | 3 | 3 | 3 | 11 | 27 | 20 | 8.9 | 47.7 | 57.8 | 40.5 | 28.5 | 26.7 | 23.4 | 18.2 | 17.1 | | |
| V | D-13 | 88V | TERRENO | | 14 | 10 | 11 | 17 | 16 | 18 | 17 | 150 | 334 | 348 | 139.2 | 304.1 | 361.1 | 454.2 | 187.9 | 144.2 | 183.1 | 155.1 | 232.1 | | |

PENT - Pantofle
 VIBR - Vibrogep
 MR - Taco con Material de Recorte
 GA - Taco con Grava y Arena

Tabla C7

| CASA 70 | | | PRUEBAS | P01 | P02 | P03 | P04 | P05 | P06 | P07 | P08 | P09 | P10 | | | |
|----------------------------------|--------|---------|-----------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|----|
| COMP. | SENSOR | PUNTO | UBICACIÓN | R (m) | 240 | 240 | 240 | 120 | 120 | 120 | 60 | 60 | 25 | 25 | | |
| | | | | h (m) | 30 | 30 | 20 | 30 | 30 | 20 | 30 | 20 | 30 | 20 | 30 | 20 |
| | | | | TACO | GA | MR | GA | GA | MR | GA | GA | MR | GA | MR | GA | MR |
| | | | | w(kg) | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | | |
| ACELERACIÓN (cm/s ²) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-15 | 1T | TECHO | 22 | 24 | 21 | 29 | 31 | 26 | 52 | 51 | 214 | 239 | | | |
| | D-13 | 2T | | 27 | 25 | 18 | 38 | 27 | 23 | 71 | 75 | 123 | 237 | | | |
| | D-7 | 4T | PISO | 13 | 15 | 11 | 21 | 18 | 15 | 37 | 51 | 80 | 243 | | | |
| | FBA-13 | 5T | | 10 | 15 | 10 | 13 | 13 | 16 | 34 | 54 | 76 | 173 | | | |
| | EPI-10 | 7T | | 6 | 18 | 14 | 43 | 37 | 26 | 74 | 45 | 121 | 143 | | | |
| | EPI-14 | 6T | | 8 | 12 | 8 | 9 | 11 | 9 | 15 | 39 | 33 | 140 | | | |
| D-6 | 8T | TERRENO | 26 | 26 | 22 | 40 | 40 | 26 | 67 | 77 | 198 | 368 | | | | |
| FBA-9 | 9T | | 38 | 31 | 64 | 57 | 35 | 114 | 179 | 259 | 218 | | | | | |
| L | D-14 | 1L | TECHO | 55 | 55 | 49 | 75 | 74 | 29 | 142 | 146 | 247 | 338 | | | |
| | D-8 | 4L | | 27 | 27 | 21 | 43 | 39 | 24 | 63 | 124 | 198 | 276 | | | |
| | FBA-13 | 5L | PISO | 24 | 24 | 15 | 31 | 33 | 32 | 60 | 192 | 215 | 277 | | | |
| | EPI-10 | 7L | | 24 | 23 | 20 | 60 | 52 | 38 | 111 | 133 | 221 | 189 | | | |
| | EPI-14 | 6L | | 13 | 13 | 10 | 21 | 20 | 23 | 50 | 126 | 192 | 205 | | | |
| | D-9 | 8L | | TERRENO | 33 | 29 | 23 | 55 | 47 | 30 | 93 | 147 | 384 | 356 | | |
| FBA-9 | 9L | 28 | 22 | | 48 | 43 | 27 | 99 | 64 | 141 | 200 | | | | | |
| V | D-11 | 4V | PISO | 95 | 94 | 74 | 180 | 161 | 115 | 388 | 332 | 1051 | 971 | | | |
| | FBA-13 | 5V | | 69 | 74 | 55 | 147 | 132 | 79 | 260 | 223 | 713 | 814 | | | |
| | EPI-10 | 7V | | 100 | 74 | 225 | 191 | 149 | 306 | 177 | 333 | 334 | | | | |
| | D-12 | 6V | CENTRO | 96 | 98 | 88 | 156 | 128 | 103 | 299 | 253 | 945 | 920 | | | |
| | EPI-14 | 6V | | 77 | 74 | 59 | 133 | 137 | 87 | 316 | 244 | 602 | 658 | | | |
| | D-10 | 8V | | 111 | 116 | 100 | 179 | 156 | 127 | 357 | 307 | 1071 | 1028 | | | |
| FBA-9 | 9V | TERRENO | 95 | 84 | 173 | 152 | 125 | 340 | 241 | 982 | 983 | | | | | |
| VELOCIDAD (mm/s) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-15 | 1T | TECHO | 0.9 | 1.6 | 1.5 | 1.3 | 1.5 | 1.5 | 2.6 | 6.9 | 8.1 | 26.4 | | | |
| | D-13 | 2T | | 1.0 | 2.7 | 1.9 | 1.5 | 2.0 | 2.2 | 2.4 | 9.4 | 10.0 | 27.0 | | | |
| | D-7 | 4T | PISO | 0.6 | 1.4 | 1.4 | 1.0 | 1.4 | 1.6 | 1.6 | 6.9 | 4.2 | 26.8 | | | |
| | FBA-13 | 5T | | 0.6 | 1.5 | 1.4 | 0.8 | 1.3 | 1.6 | 1.3 | 6.9 | 5.8 | 20.0 | | | |
| | EPI-10 | 7T | | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.3 | 1.9 | 2.1 | 2.1 | 5.9 | 5.4 | 17.4 | | | |
| | EPI-14 | 6T | | 0.5 | 1.3 | 1.3 | 0.8 | 1.1 | 1.2 | 1.5 | 5.0 | 2.7 | 18.1 | | | |
| D-6 | 8T | TERRENO | 0.9 | 1.4 | 1.3 | 1.4 | 1.3 | 1.5 | 2.6 | 7.9 | 9.9 | 32.8 | | | | |
| FBA-9 | 9T | | 0.9 | 1.2 | 1.6 | 2.0 | 3.6 | 5.7 | 20.1 | 17.6 | 24.4 | | | | | |
| L | D-14 | 1L | TECHO | 2.5 | 2.4 | 2.0 | 3.6 | 3.0 | 3.4 | 5.4 | 21.7 | 22.4 | 34.1 | | | |
| | D-8 | 4L | | 1.1 | 0.9 | 0.9 | 1.4 | 2.3 | 2.6 | 3.9 | 16.9 | 19.9 | 31.2 | | | |
| | FBA-13 | 5L | PISO | 1.3 | 0.9 | 1.0 | 1.6 | 2.8 | 3.1 | 4.8 | 23.7 | 23.0 | 35.8 | | | |
| | EPI-10 | 7L | | 0.7 | 0.9 | 0.9 | 2.2 | 3.3 | 4.2 | 5.5 | 19.0 | 22.9 | 21.3 | | | |
| | EPI-14 | 6L | | 1.2 | 0.5 | 0.9 | 1.4 | 2.1 | 2.8 | 4.0 | 18.8 | 21.1 | 27.6 | | | |
| | D-9 | 8L | | TERRENO | 1.1 | 0.9 | 0.9 | 1.8 | 2.1 | 3.1 | 6.7 | 13.1 | 27.3 | 24.2 | | |
| FBA-9 | 9L | 1.6 | 1.3 | | 1.2 | 1.6 | 2.3 | 2.1 | 7.3 | 9.4 | 15.9 | | | | | |
| V | D-11 | 4V | PISO | 5.4 | 4.9 | 4.0 | 9.9 | 9.2 | 7.5 | 20.5 | 24.3 | 60.9 | 55.8 | | | |
| | FBA-13 | 5V | | 3.0 | 3.1 | 2.3 | 5.7 | 4.9 | 3.9 | 9.3 | 14.4 | 40.7 | 39.4 | | | |
| | EPI-10 | 7V | | 2.8 | 2.1 | 6.5 | 6.2 | 6.5 | 9.1 | 12.6 | 17.1 | 27.9 | | | | |
| | D-12 | 6V | CENTRO | 4.4 | 3.7 | 3.4 | 6.8 | 6.3 | 4.7 | 16.0 | 12.0 | 51.8 | 40.1 | | | |
| | EPI-14 | 6V | | 2.7 | 3.1 | 1.9 | 6.0 | 5.5 | 3.5 | 11.2 | 15.6 | 33.0 | 29.2 | | | |
| | D-10 | 8V | | 5.3 | 4.8 | 4.3 | 8.6 | 8.0 | 6.2 | 20.1 | 17.0 | 49.1 | 42.6 | | | |
| FBA-9 | 9V | TERRENO | 2.9 | 2.8 | 6.0 | 5.8 | 5.7 | 14.4 | 12.9 | 46.1 | 46.4 | | | | | |
| DESPLAZAMIENTO (µm) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-15 | 1T | TECHO | 10 | 22 | 21 | 11 | 19 | 21 | 22 | 104 | 77 | 401 | | | |
| | D-13 | 2T | | 14 | 31 | 28 | 15 | 23 | 25 | 27 | 115 | 91 | 369 | | | |
| | D-7 | 4T | PISO | 9 | 21 | 21 | 10 | 16 | 21 | 23 | 107 | 56 | 408 | | | |
| | FBA-13 | 5T | | 10 | 20 | 20 | 9 | 14 | 19 | 17 | 93 | 63 | 291 | | | |
| | EPI-10 | 7T | | 22 | 20 | 13 | 20 | 25 | 22 | 74 | 41 | 251 | | | | |
| | EPI-14 | 6T | | 8 | 18 | 17 | 8 | 11 | 15 | 16 | 71 | 30 | 251 | | | |
| D-6 | 8T | TERRENO | 9 | 20 | 18 | 8 | 13 | 16 | 23 | 92 | 126 | 474 | | | | |
| FBA-9 | 9T | | 8 | 17 | 10 | 22 | 43 | 47 | 324 | 206 | 309 | | | | | |
| L | D-14 | 1L | TECHO | 19 | 11 | 18 | 18 | 29 | 51 | 58 | 295 | 342 | 461 | | | |
| | D-8 | 4L | | 16 | 5 | 19 | 12 | 24 | 41 | 46 | 299 | 292 | 469 | | | |
| | FBA-13 | 5L | PISO | 16 | 6 | 18 | 14 | 27 | 43 | 55 | 343 | 363 | 525 | | | |
| | EPI-10 | 7L | | 16 | 10 | 14 | 21 | 34 | 53 | 60 | 293 | 315 | 297 | | | |
| | EPI-14 | 6L | | 16 | 6 | 16 | 13 | 25 | 39 | 42 | 289 | 294 | 391 | | | |
| | D-9 | 8L | | TERRENO | 8 | 7 | 11 | 16 | 23 | 27 | 43 | 225 | 314 | 411 | | |
| FBA-9 | 9L | 23 | 18 | | 10 | 14 | 24 | 18 | 100 | 80 | 174 | | | | | |
| V | D-11 | 4V | PISO | 31 | 26 | 22 | 53 | 50 | 73 | 112 | 368 | 425 | 400 | | | |
| | FBA-13 | 5V | | 19 | 17 | 19 | 30 | 28 | 55 | 57 | 226 | 368 | 363 | | | |
| | EPI-10 | 7V | | 17 | 18 | 40 | 39 | 75 | 91 | 224 | 209 | 407 | | | | |
| | D-12 | 6V | CENTRO | 24 | 22 | 18 | 36 | 38 | 37 | 96 | 189 | 282 | 264 | | | |
| | EPI-14 | 6V | | 20 | 17 | 18 | 30 | 28 | 54 | 62 | 255 | 288 | 439 | | | |
| | D-10 | 8V | | 29 | 27 | 22 | 43 | 43 | 64 | 118 | 293 | 309 | 279 | | | |
| FBA-9 | 9V | TERRENO | 17 | 15 | 31 | 31 | 50 | 75 | 190 | 441 | 363 | | | | | |

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla C8

| CASA 72 | | | | PRUEBA | P01 | P02 | P03 | P04 | P05 | P06 | P07 | P08 | P09 | P10 | P11 | P12 | P13 | P14 | P15 | P16 | P17 | P18 | P19 | P20 | | |
|---------------------|--------|-------|-----------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| COMP. | SENSOR | PUNTO | UBICACIÓN | R (m) | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 160 | 160 | 160 | 160 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | | |
| | | | | h (m) | 20 | 20 | 20 | 20 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 20 | 20 | 20 | 20 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | | | | w(kg) | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 |
| | | | | TACO | MR | MR | GA | GA | MR | MR | GA | GA | MR | MR | GA | GA | MR | MR | GA | GA | MR | MR | GA | GA | MR | MR |
| EXP | PENT | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | | | |
| ACELERACIÓN (cmvs) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-12 | 8T | TERRENO | 5 | 7 | 6 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 14 | 9 | 13 | 13 | 15 | 12 | 10 | 4 | 24 | 24 | 25 | | | |
| L | D-14 | 8L | | 49 | 36 | 45 | 71 | 85 | 73 | 64 | 109 | 82 | 123 | 102 | 114 | 94 | 85 | 51 | 173 | 159 | 172 | 172 | | | | |
| V | D-10 | 8V | | 85 | 88 | 86 | 83 | 127 | 118 | 112 | 103 | 158 | 127 | 199 | 148 | 195 | 174 | 159 | 70 | 268 | 300 | 331 | | | | |
| VELOCIDAD (mmvs) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-12 | 8T | TERRENO | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 0.4 | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | | | |
| L | D-14 | 8L | | 2.1 | 1.8 | 2.1 | 2.7 | 2.3 | 2.9 | 2.5 | 4.5 | 3.4 | 5.2 | 3.8 | 5.3 | 4.5 | 4.2 | 2.3 | 6.8 | 6.5 | 7.0 | 7.0 | | | | |
| V | D-10 | 8V | | 2.9 | 3.3 | 2.8 | 3.2 | 3.9 | 3.7 | 4.2 | 3.8 | 6.0 | 4.9 | 7.0 | 6.0 | 7.4 | 6.0 | 6.5 | 2.6 | 12.0 | 11.1 | 12.5 | | | | |
| DESPLAZAMIENTO (µm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-12 | 8T | TERRENO | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 5 | 5 | 8 | 6 | 3 | 3 | 4 | | | |
| L | D-14 | 8L | | 10 | 6 | 9 | 11 | 10 | 12 | 10 | 21 | 15 | 23 | 19 | 25 | 20 | 23 | 12 | 35 | 30 | 34 | 34 | | | | |
| V | D-10 | 8V | | 23 | 22 | 22 | 21 | 16 | 17 | 18 | 15 | 32 | 22 | 32 | 33 | 65 | 49 | 67 | 24 | 72 | 70 | 77 | | | | |

| CASA 72 | | | | PRUEBAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--------|-------|-----------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| COMP. | SENSOR | PUNTO | UBICACIÓN | R (m) | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 120 | 120 | 120 | 120 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | | |
| | | | | h (m) | 20 | 20 | 20 | 20 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 20 | 20 | 20 | 20 | 30 | 30 | 30 | |
| | | | | w(kg) | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 | 4.54 | 4.99 |
| | | | | EXP | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT | VIBR | PENT |
| ACELERACIÓN (cmvs) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-15 | 88T | TERRENO | 5 | 6 | 6 | 6 | 10 | 9 | 9 | 9 | 18 | 14 | 20 | 18 | 30 | 33 | 44 | 26 | 50 | 54 | 58 | | | |
| L | D-11 | 88L | | 50 | 44 | 51 | 67 | 84 | 73 | 61 | 153 | 104 | 161 | 129 | 162 | 141 | 111 | 56 | 194 | 161 | 204 | 204 | | | |
| V | D-13 | 88V | | 83 | 89 | 82 | 85 | 134 | 100 | 115 | 100 | 257 | 208 | 270 | 230 | 451 | 435 | 367 | 166 | 636 | 718 | 821 | | | |
| VELOCIDAD (mmvs) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-15 | 88T | TERRENO | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.6 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 2.4 | 2.5 | 4.2 | 2.2 | 2.7 | 2.4 | 2.8 | | | |
| L | D-11 | 88L | | 1.9 | 1.6 | 1.9 | 2.4 | 2.5 | 2.9 | 2.5 | 6.3 | 4.6 | 6.0 | 5.1 | 7.2 | 5.2 | 5.9 | 3.0 | 7.0 | 6.0 | 6.9 | | | | |
| V | D-13 | 88V | | 4.2 | 3.8 | 3.6 | 3.7 | 4.4 | 3.8 | 4.5 | 3.8 | 10.9 | 8.3 | 12.0 | 9.4 | 19.4 | 16.9 | 16.0 | 6.8 | 32.1 | 29.5 | 35.1 | | | |
| DESPLAZAMIENTO (µm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T | D-15 | 88T | TERRENO | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 5 | 6 | 20 | 20 | 43 | 25 | 23 | 11 | 16 | | | |
| L | D-11 | 88L | | 11 | 12 | 11 | 10 | 9 | 11 | 9 | 28 | 18 | 30 | 23 | 39 | 32 | 36 | 20 | 52 | 28 | 28 | 28 | | | |
| V | D-13 | 88V | | 19 | 20 | 19 | 19 | 19 | 15 | 19 | 15 | 58 | 37 | 69 | 55 | 157 | 142 | 126 | 42 | 170 | 199 | 235 | | | |

PENT - Perizite
 VIBR - Vibroslat
 MR - Taco con Material de Recorte
 GA - Taco con Grava y Arena

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Apéndice D

Tablas de frecuencias dominantes

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla D1

| CASA 67 | | COMPONENTE T | | | | | COMPONENTE L | | | | | COMPONENTE V | | | | | | | |
|-------------------------|-------|--------------|------------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|--------|------------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|--------|------------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|
| Prueba | Punto | Sensor | Frecuencias (Hz) | | | | V _{máx} (mm/s) | Sensor | Frecuencias(Hz) | | | | V _{máx} (mm/s) | Sensor | Frecuencias(Hz) | | | | V _{máx} (mm/s) |
| | | | f _{min} | f _{max} | f _{vmax} | f _{sc} | | | f _{min} | f _{max} | f _{vmax} | f _{sc} | | | f _{min} | f _{max} | f _{vmax} | f _{sc} | |
| P1 R=240 m h=30 m | 1 | D-15 | 29.25 | 33.45 | 32.23 | 28.87 | 0.89 | D-14 | 27.93 | 34.72 | 28.71 | 30.21 | 0.54 | D-11 | 16.21 | 32.88 | 17.77 | 20.22 | 2.41 |
| | 2 | D-13 | 25.15 | 35.94 | 26.37 | 29.19 | 1.29 | D-8 | 16.80 | 31.25 | 18.95 | 24.93 | 0.29 | D-12 | 17.33 | 47.75 | 46.19 | 17.36 | 1.61 |
| | 4 | D-7 | 16.60 | 30.91 | 19.78 | 26.67 | 0.69 | D-9 | 30.27 | 31.98 | 31.20 | 27.48 | 0.44 | D-10 | 27.54 | 51.03 | 31.64 | 29.29 | 2.89 |
| | 6 | D-6 | 25.29 | 28.03 | 26.95 | 25.44 | 0.71 | D-14 | 28.12 | 49.37 | 28.86 | 30.41 | 0.49 | D-11 | 16.16 | 33.06 | 17.82 | 20.40 | 2.25 |
| P2 R=240 m h=30 m | 1 | D-15 | 28.81 | 33.30 | 32.23 | 29.68 | 0.97 | D-8 | 20.36 | 25.59 | 22.22 | 17.47 | 0.31 | D-12 | 26.56 | 47.66 | 46.24 | 17.55 | 1.45 |
| | 2 | D-13 | 24.95 | 36.04 | 26.46 | 29.62 | 1.39 | D-9 | 29.65 | 32.18 | 31.35 | 27.26 | 0.43 | D-10 | 27.54 | 51.71 | 31.79 | 31.23 | 3.16 |
| | 4 | D-7 | 12.79 | 31.30 | 19.82 | 26.99 | 0.69 | D-14 | 27.83 | 37.50 | 28.71 | 29.41 | 0.36 | D-11 | 15.28 | 33.01 | 18.51 | 19.25 | 1.54 |
| | 6 | D-6 | 25.34 | 28.12 | 26.32 | 25.58 | 0.74 | D-8 | 15.92 | 29.15 | 25.10 | 16.48 | 0.16 | D-12 | 13.38 | 47.95 | 18.16 | 17.91 | 0.98 |
| P3 R=240 m h=20 m | 1 | D-15 | 26.03 | 33.40 | 32.47 | 30.78 | 0.72 | D-9 | 29.83 | 32.23 | 31.25 | 28.54 | 0.30 | D-10 | 28.52 | 47.90 | 31.79 | 17.14 | 1.57 |
| | 2 | D-13 | 25.15 | 27.25 | 26.22 | 28.44 | 0.99 | D-14 | 27.83 | 37.50 | 28.71 | 29.41 | 0.36 | D-11 | 15.28 | 33.01 | 18.51 | 19.25 | 1.54 |
| | 4 | D-7 | 17.53 | 29.59 | 25.88 | 25.41 | 0.54 | D-8 | 15.92 | 29.15 | 25.10 | 16.48 | 0.16 | D-12 | 13.38 | 47.95 | 18.16 | 17.91 | 0.98 |
| | 6 | D-6 | 25.49 | 32.23 | 26.51 | 25.81 | 0.51 | D-9 | 29.83 | 32.23 | 31.25 | 28.54 | 0.30 | D-10 | 28.52 | 47.90 | 31.79 | 17.14 | 1.57 |
| P4 R=120 m h=30 m | 1 | D-15 | | | | | | D-14 | | | | | | D-11 | | | | | |
| | 2 | D-13 | | | | | | D-8 | | | | | | FBA-13 | 13.71 | 19.08 | 16.40 | 15.76 | 2.70 |
| | 4 | D-7 | | | | | | FBA-13 | 19.81 | 27.04 | 26.21 | 19.88 | 2.49 | D-12 | | | | | |
| | 6 | EPI-14 | 13.32 | 40.99 | 36.01 | 15.76 | 1.88 | EPI-14 | 18.79 | 27.28 | 20.06 | 22.03 | 4.85 | EPI-14 | 13.27 | 19.47 | 16.45 | 14.75 | 7.41 |
| P5 R=120 m h=30 m | 1 | D-15 | | | | | | D-14 | | | | | | D-11 | | | | | |
| | 2 | D-13 | | | | | | D-8 | | | | | | FBA-13 | 13.76 | 17.42 | 16.10 | 15.02 | 3.03 |
| | 4 | D-7 | | | | | | FBA-13 | 19.47 | 40.55 | 25.96 | 21.27 | 2.11 | D-12 | | | | | |
| | 6 | EPI-14 | 15.08 | 23.72 | 21.62 | 12.66 | 3.73 | EPI-14 | 18.69 | 26.25 | 20.35 | 12.53 | 4.09 | EPI-14 | 12.98 | 17.86 | 16.01 | 15.01 | 8.82 |
| P6 R=120 m h=20 m | 1 | D-15 | 13.62 | 31.98 | 14.50 | 9.01 | 1.96 | D-14 | 27.73 | 29.59 | 28.71 | 11.32 | 1.38 | D-11 | 14.11 | 18.16 | 16.60 | 14.15 | 13.06 |
| | 2 | D-13 | 23.88 | 29.93 | 24.66 | 22.66 | 2.00 | D-8 | 36.33 | 38.23 | 37.30 | 0.00 | 0.00 | FBA-13 | 13.62 | 17.67 | 16.45 | 15.10 | 2.42 |
| | 4 | D-7 | 12.70 | 29.39 | 13.67 | 11.66 | 2.12 | FBA-13 | 19.86 | 40.60 | 29.04 | 12.01 | 2.22 | D-12 | 13.77 | 17.63 | 15.97 | 14.25 | 9.55 |
| | 6 | EPI-14 | 13.81 | 16.30 | 15.13 | 12.97 | 3.27 | EPI-14 | 12.59 | 24.99 | 13.66 | 11.75 | 6.73 | EPI-14 | 5.22 | 18.15 | 16.54 | 14.86 | 6.22 |
| P7 R=60 m h=30 m | 1 | D-15 | 30.27 | 43.02 | 34.81 | 25.40 | 1.11 | D-9 | 36.33 | 38.23 | 37.30 | 31.32 | 0.76 | D-10 | 13.87 | 17.63 | 16.55 | 14.00 | 9.85 |
| | 2 | D-13 | 14.70 | 17.53 | 16.21 | 17.64 | 6.48 | D-14 | 16.11 | 33.94 | 16.94 | 20.34 | 4.46 | D-11 | 13.33 | 16.85 | 15.04 | 14.13 | 15.03 |
| | 4 | D-7 | 15.38 | 20.12 | 16.26 | 14.93 | 4.70 | D-8 | 16.11 | 18.26 | 17.14 | 16.98 | 3.29 | D-12 | 12.79 | 16.85 | 14.45 | 13.23 | 10.72 |
| | 6 | D-6 | 15.04 | 17.38 | 16.26 | 14.20 | 5.01 | D-9 | 15.82 | 18.21 | 17.04 | 16.16 | 3.30 | D-10 | 13.04 | 39.65 | 14.79 | 13.20 | 24.28 |
| P8 R=60 m h=20 m | 1 | D-15 | 15.58 | 17.82 | 16.75 | 13.80 | 3.10 | D-14 | 16.55 | 38.92 | 25.39 | 27.48 | 3.70 | D-11 | 12.74 | 16.55 | 14.99 | 13.19 | 15.15 |
| | 2 | D-13 | 11.28 | 20.26 | 12.21 | 10.70 | 5.52 | D-8 | 16.31 | 37.99 | 17.09 | 29.08 | 1.72 | D-12 | 12.50 | 16.41 | 13.87 | 13.32 | 10.99 |
| | 4 | D-7 | 15.53 | 17.63 | 16.60 | 11.78 | 4.86 | D-9 | 15.92 | 23.88 | 16.94 | 20.46 | 1.43 | D-10 | 10.50 | 49.66 | 15.19 | 11.89 | 15.70 |
| | 6 | D-6 | 16.16 | 18.75 | 17.29 | 14.37 | 3.41 | D-14 | 28.76 | 31.40 | 29.98 | 21.01 | 11.34 | D-11 | 13.04 | 16.46 | 14.65 | 14.76 | 28.52 |
| P9 R=25 m h=30 m | 1 | D-15 | 18.90 | 21.92 | 20.50 | 16.01 | 17.83 | D-14 | 10.40 | 20.36 | 12.06 | 11.62 | 18.04 | D-12 | 11.52 | 45.70 | 13.77 | 12.05 | 24.97 |
| | 2 | D-13 | 10.84 | 21.53 | 20.31 | 8.14 | 17.67 | D-8 | 10.40 | 31.98 | 29.98 | 9.30 | 6.52 | D-10 | 13.09 | 16.36 | 14.65 | 12.94 | 67.56 |
| | 4 | D-7 | 11.96 | 23.14 | 20.46 | 14.14 | 17.78 | D-9 | 12.26 | 21.00 | 20.12 | 15.03 | 7.67 | D-11 | 11.08 | 14.50 | 12.60 | 11.87 | 43.01 |
| | 6 | D-6 | 11.82 | 14.11 | 13.04 | 12.99 | 23.75 | D-14 | 8.45 | 37.55 | 18.26 | 23.37 | 7.54 | D-12 | 11.72 | 15.82 | 13.57 | 11.97 | 23.36 |
| P10 R=25 m h=20 m | 1 | D-15 | 11.77 | 13.92 | 13.23 | 13.14 | 29.29 | D-8 | 8.15 | 14.79 | 9.67 | 8.87 | 5.49 | D-10 | 11.57 | 49.95 | 13.18 | 13.81 | 82.32 |
| | 2 | D-13 | 11.77 | 13.92 | 13.23 | 13.14 | 29.29 | D-9 | 13.33 | 44.34 | 32.47 | 11.24 | 4.15 | D-11 | 11.08 | 14.50 | 12.60 | 11.87 | 43.01 |
| | 4 | D-7 | 11.77 | 14.70 | 13.33 | 12.58 | 23.14 | D-8 | 8.15 | 14.79 | 9.67 | 8.87 | 5.49 | D-12 | 11.72 | 15.82 | 13.57 | 11.97 | 23.36 |
| | 6 | D-6 | 13.04 | 36.06 | 33.98 | 9.14 | 11.04 | D-9 | 13.33 | 44.34 | 32.47 | 11.24 | 4.15 | D-10 | 11.57 | 49.95 | 13.18 | 13.81 | 82.32 |

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla D2

| CASA 66 | | COMPONENTE T | | | | | | COMPONENTE L | | | | | | COMPONENTE V | | | | | |
|-------------------------|-------------------------|--------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------------------|--------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------------------|--------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------------------|
| Prueba | Punto | Sensor | Frecuencias (Hz) | | | | V _{max} (mm/s) | Sensor | Frecuencias(Hz) | | | | V _{max} (mm/s) | Sensor | Frecuencias(Hz) | | | | V _{max} (mm/s) |
| | | | f _{min} | f _{max} | f _{max} | f _{sc} | | | f _{min} | f _{max} | f _{max} | f _{sc} | | | f _{min} | f _{max} | f _{max} | f _{sc} | |
| P1 R=240 m h=30 m | 1 | D-15 | 36.77 | 49.27 | 47.56 | 41.30 | 0.89 | D-14 | 30.66 | 38.48 | 31.35 | 30.81 | 0.35 | D-11 | 30.32 | 44.19 | 42.09 | 34.48 | 2.82 |
| | 2 | D-13 | 36.23 | 39.21 | 37.60 | 41.00 | 0.66 | D-8 | 33.50 | 38.87 | 34.77 | 34.80 | 0.13 | FBA-11 | 29.33 | 41.09 | 32.35 | 29.27 | 1.23 |
| | 4 | D-7 | 3.66 | 50.88 | 45.61 | 37.30 | 0.11 | FBA-11 | 32.55 | 41.33 | 35.14 | 3.40 | 0.20 | D-12 | 30.86 | 42.77 | 33.50 | 10.31 | 2.79 |
| | 5 | FBA-11 | 31.62 | 42.85 | 39.72 | 40.72 | 0.13 | EPI-12 | 33.53 | 35.82 | 39.09 | 3.37 | 0.20 | EPI-12 | 30.79 | 43.24 | 36.75 | 32.79 | 1.71 |
| | 6 | EPI-12 | 34.11 | 39.19 | 37.87 | 6.93 | 0.14 | D-9 | 38.57 | 48.34 | 39.84 | 29.75 | 0.27 | D-10 | 28.52 | 46.09 | 31.30 | 36.25 | 0.81 |
| | 7 | D-6 | 38.67 | 47.27 | 43.12 | 39.42 | 0.61 | FBA-13 | 38.02 | 42.26 | 39.43 | 39.14 | 0.19 | FBA-13 | 38.21 | 42.85 | 41.14 | 30.44 | 1.16 |
| | 8 | FBA-13 | 35.43 | 42.85 | 39.72 | 40.72 | 0.44 | | | | | | | | | | | | |
| | P2 R=240 m h=30 m | 1 | D-15 | 37.06 | 49.07 | 47.56 | 41.66 | 0.83 | D-14 | 30.66 | 38.72 | 31.35 | 31.81 | 0.35 | D-11 | 31.35 | 44.29 | 42.09 | 35.78 |
| 2 | | D-13 | 36.18 | 48.29 | 37.70 | 41.65 | 0.76 | D-8 | 33.54 | 48.49 | 34.81 | 36.57 | 0.14 | FBA-11 | 30.81 | 47.56 | 42.24 | 37.79 | 0.69 |
| 4 | | D-7 | 34.08 | 51.81 | 45.90 | 40.48 | 0.11 | FBA-11 | | | | | | EPI-12 | 28.76 | 60.01 | 57.57 | 38.22 | 0.94 |
| 5 | | FBA-11 | | | | | | EPI-12 | | | | | | D-10 | | | | | |
| 6 | | EPI-12 | | | | | | D-9 | | | | | | FBA-13 | | | | | |
| 7 | | D-6 | 38.72 | 47.61 | 42.92 | 41.79 | 0.66 | FBA-13 | | | | | | | | | | | |
| 8 | | FBA-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P3 R=240 m h=20 m | | 1 | D-15 | 36.28 | 49.07 | 37.70 | 40.11 | 0.62 | D-14 | 28.66 | 42.68 | 31.25 | 32.34 | 0.31 | D-11 | 36.38 | 43.60 | 42.09 | 34.99 |
| | 2 | D-13 | 35.84 | 39.40 | 37.11 | 40.70 | 0.51 | D-8 | 5.27 | 38.87 | 10.45 | 8.93 | 0.16 | FBA-11 | 28.79 | 42.41 | 32.35 | 27.17 | 1.02 |
| | 4 | D-7 | 5.27 | 5.86 | 5.66 | 3.91 | 0.16 | FBA-11 | 5.08 | 41.68 | 5.56 | 3.93 | 0.00 | D-12 | 30.71 | 44.97 | 41.85 | 36.93 | 0.55 |
| | 5 | FBA-11 | 5.27 | 37.43 | 10.44 | 8.79 | 0.15 | EPI-12 | 5.42 | 41.87 | 39.09 | 3.90 | 0.32 | EPI-12 | 35.18 | 42.99 | 36.75 | 35.16 | 1.26 |
| | 6 | EPI-12 | 5.03 | 36.21 | 10.49 | 7.12 | 0.18 | D-9 | 38.18 | 41.06 | 39.31 | 31.10 | 0.18 | D-10 | 28.03 | 42.72 | 31.05 | 34.52 | 0.74 |
| | 7 | D-6 | 38.23 | 45.36 | 43.12 | 40.12 | 0.46 | FBA-13 | 37.23 | 42.60 | 39.43 | 7.97 | 0.15 | FBA-13 | 37.43 | 43.09 | 41.14 | 30.24 | 0.88 |
| | 8 | FBA-13 | 36.60 | 42.60 | 39.72 | 41.10 | 0.34 | | | | | | | | | | | | |
| | P4 R=240 m h=30 m | 1 | D-15 | 45.07 | 50.44 | 47.07 | 42.64 | 2.14 | D-14 | 29.83 | 55.52 | 31.05 | 30.31 | 0.80 | D-11 | 29.59 | 46.00 | 41.41 | 33.92 |
| 2 | | D-13 | 35.99 | 51.32 | 47.17 | 39.53 | 2.43 | D-8 | 33.64 | 48.24 | 35.30 | 6.77 | 0.37 | FBA-11 | 28.35 | 41.14 | 32.11 | 32.80 | 3.31 |
| 4 | | D-7 | 37.55 | 54.35 | 49.02 | 37.15 | 0.28 | FBA-11 | 32.79 | 42.90 | 35.62 | 34.20 | 0.67 | D-12 | 30.22 | 49.76 | 44.14 | 35.38 | 5.23 |
| 5 | | FBA-11 | 38.41 | 44.26 | 41.24 | 6.59 | 0.35 | EPI-12 | 32.35 | 42.31 | 34.75 | 16.45 | 0.62 | EPI-12 | 29.62 | 43.68 | 40.26 | 31.72 | 4.59 |
| 6 | | EPI-12 | 5.76 | 38.89 | 6.44 | 8.09 | 0.29 | D-9 | 29.54 | 56.84 | 41.41 | 35.58 | 0.65 | D-10 | 29.00 | 56.54 | 53.91 | 5.71 | 12.91 |
| 7 | | D-6 | 40.14 | 47.46 | 43.80 | 43.07 | 1.83 | FBA-13 | 33.67 | 42.02 | 38.11 | 13.75 | 0.57 | FBA-13 | 36.84 | 43.43 | 40.26 | 25.50 | 2.06 |
| 8 | | FBA-13 | 34.65 | 41.43 | 38.02 | 17.73 | 0.92 | | | | | | | | | | | | |
| P5 R=120 m h=30 m | | 1 | D-15 | 44.92 | 49.32 | 46.97 | 41.98 | 2.18 | D-14 | 29.79 | 45.56 | 30.96 | 31.02 | 0.92 | D-11 | 30.18 | 46.19 | 41.41 | 33.05 |
| | 2 | D-13 | 35.69 | 50.05 | 47.02 | 40.34 | 2.39 | D-8 | 33.69 | 48.10 | 35.30 | 33.41 | 0.35 | FBA-11 | 30.37 | 48.24 | 43.95 | 34.74 | 6.39 |
| | 4 | D-7 | 37.06 | 53.32 | 48.49 | 39.62 | 0.30 | FBA-11 | | | | | | D-12 | | | | | |
| | 5 | FBA-11 | | | | | | EPI-12 | | | | | | EPI-12 | | | | | |
| | 6 | EPI-12 | | | | | | D-9 | | | | | | D-10 | | | | | |
| | 7 | D-6 | 39.89 | 47.51 | 43.75 | 42.38 | 2.00 | FBA-13 | | | | | | FBA-13 | | | | | |
| | 8 | FBA-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P6 R=120 m h=20 m | 1 | D-15 | 36.13 | 47.36 | 37.26 | 36.69 | 1.55 | D-14 | 12.26 | 31.49 | 30.32 | 10.28 | 2.23 | D-11 | 26.07 | 43.41 | 40.19 | 32.13 |
| 2 | | D-13 | 35.40 | 38.82 | 37.11 | 34.41 | 1.74 | D-8 | 6.15 | 13.77 | 7.62 | 8.76 | 1.42 | FBA-11 | 24.84 | 41.24 | 34.50 | 25.68 | 3.91 |
| 4 | | D-7 | 4.49 | 23.58 | 23.05 | 4.67 | 0.55 | FBA-11 | 32.70 | 41.19 | 36.36 | 5.75 | 1.05 | D-12 | 27.98 | 43.55 | 33.69 | 33.20 | 5.59 |
| 5 | | FBA-11 | 6.15 | 14.10 | 7.61 | 8.74 | 1.44 | EPI-12 | 33.77 | 39.24 | 35.28 | 4.83 | 0.95 | EPI-12 | 27.72 | 42.46 | 37.92 | 33.14 | 5.19 |
| 6 | | EPI-12 | 6.10 | 14.25 | 7.91 | 8.78 | 1.67 | D-9 | 6.88 | 30.71 | 13.92 | 10.52 | 1.63 | D-10 | 25.29 | 33.74 | 28.56 | 21.80 | 5.85 |
| 7 | | D-6 | 37.74 | 44.78 | 40.33 | 37.63 | 1.35 | FBA-13 | 35.04 | 41.09 | 39.58 | 10.41 | 1.84 | FBA-13 | 36.75 | 41.92 | 40.26 | 28.03 | 3.62 |
| 8 | | FBA-13 | 34.79 | 41.48 | 38.55 | 6.17 | 1.20 | | | | | | | | | | | | |
| P7 R=80 m h=20 m | | 1 | D-15 | 36.18 | 50.15 | 46.92 | 37.83 | 6.11 | D-14 | 11.91 | 40.62 | 37.01 | 13.11 | 4.75 | D-11 | 1.51 | 40.97 | 29.74 | 21.15 |
| | 2 | D-13 | 34.18 | 46.04 | 36.87 | 13.35 | 11.29 | D-8 | 11.62 | 37.60 | 19.34 | 14.83 | 3.94 | FBA-11 | 2.05 | 42.82 | 37.84 | 22.94 | 14.92 |
| | 4 | D-7 | 9.03 | 13.04 | 10.25 | 10.54 | 2.45 | FBA-11 | | | | | | D-12 | | | | | |
| | 5 | FBA-11 | | | | | | EPI-12 | | | | | | EPI-12 | | | | | |
| | 6 | EPI-12 | | | | | | D-9 | | | | | | D-10 | | | | | |
| | 7 | D-6 | 38.82 | 46.19 | 41.41 | 16.55 | 10.98 | FBA-13 | | | | | | FBA-13 | | | | | |
| | 8 | FBA-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P8 R=80 m h=20 m | 1 | D-15 | 28.81 | 46.87 | 46.92 | 34.95 | 4.53 | D-14 | 25.88 | 36.52 | 27.34 | 12.53 | 4.33 | D-11 | 6.05 | 38.96 | 33.15 | 5.83 |
| 2 | | D-13 | 34.52 | 37.74 | 35.94 | 33.83 | 5.67 | D-8 | 5.91 | 37.70 | 7.96 | 15.00 | 3.16 | FBA-11 | 26.79 | 37.97 | 31.87 | 27.60 | 13.53 |
| 4 | | D-7 | 9.47 | 13.18 | 10.35 | 9.82 | 1.57 | FBA-11 | 9.61 | 40.48 | 34.89 | 9.90 | 4.50 | D-12 | 28.47 | 41.11 | 36.72 | 22.58 | 16.30 |
| 5 | | FBA-11 | 31.52 | 43.72 | 40.65 | 13.94 | 2.91 | EPI-12 | 9.91 | 37.53 | 33.57 | 9.96 | 4.58 | EPI-12 | 27.52 | 40.06 | 33.33 | 29.98 | 14.23 |
| 6 | | EPI-12 | 8.00 | 13.47 | 8.10 | 12.17 | 2.74 | D-9 | 26.27 | 28.71 | 27.69 | 16.50 | 4.25 | D-10 | 27.83 | 39.55 | 30.03 | 5.84 | 28.13 |
| 7 | | D-6 | 36.77 | 43.51 | 40.28 | 10.66 | 5.64 | FBA-13 | 34.84 | 38.69 | 36.99 | 14.47 | 4.85 | FBA-13 | 34.16 | 41.43 | 38.11 | 24.50 | 11.18 |
| 8 | | FBA-13 | 25.91 | 37.53 | 34.79 | 12.48 | 7.08 | | | | | | | | | | | | |

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla D2 Continuación

| CASA 66 | | COMPONENTE T | | | | | COMPONENTE L | | | | | COMPONENTE V | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------|--------------|------------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|--|------------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|--|------------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|--|-------|-------|-------|--------|--------|--|
| Prueba | Punto | Sensor | Frecuencias (Hz) | | | | V _{max} (mm/s) | Sensor | Frecuencias(Hz) | | | | V _{max} (mm/s) | Sensor | Frecuencias(Hz) | | | | V _{max} (mm/s) | | | | | | | |
| | | | f _{min} | f _{max} | f _{vmax} | f _{sc} | | | f _{min} | f _{max} | f _{vmax} | f _{sc} | | | f _{min} | f _{max} | f _{vmax} | f _{sc} | | | | | | | | |
| P9 R=25 m h=30 m | 1 | D-15 | 29.35 | 51.22 | 47.07 | 34.86 | 9.70 | D-14 | 35.25 | 39.50 | 37.55 | 28.96 | 9.08 | D-11 FBA-11 D-12 EPI-12 D-10 FBA-13 | 8.25 | 41.55 | 14.31 | 10.88 | 113.99 | | | | | | | |
| | 2 | D-13 | 28.17 | 39.06 | 36.08 | 35.24 | 14.31 | D-8 FBA-11 EPI-12 D-9 FBA-13 | 25.93 | 40.58 | 30.66 | 30.13 | 3.68 | | 1.61 | 43.65 | 41.16 | 5.85 | 91.72 | | | | | | | |
| | 4 | D-7 | 18.90 | 45.70 | 25.93 | 17.01 | 1.95 | | | | | | | | 29.83 | 43.75 | 40.58 | 32.14 | 22.21 | 35.64 | 41.21 | 37.99 | 10.51 | 140.31 | | |
| | 5 | FBA-11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6 | EPI-12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | D-6 | 35.01 | 45.56 | 41.21 | 33.48 | 12.29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8 | D-6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8 | FBA-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P10 R=25 m h=20 m | 1 | D-15 | 23.83 | 44.09 | 25.49 | 15.27 | 23.24 | | | | | | | D-14 | 10.35 | 37.06 | 20.12 | 12.49 | 14.90 | D-11 FBA-11 D-12 EPI-12 D-10 FBA-13 | 24.56 | 39.55 | 27.83 | 24.72 | 81.28 | |
| | 2 | D-13 | 15.33 | 36.28 | 28.56 | 14.12 | 36.18 | D-8 FBA-11 EPI-12 D-9 FBA-13 | 14.45 | 30.03 | 16.99 | 14.36 | 14.52 | 24.55 | 34.26 | 29.04 | 19.76 | 42.66 | | | | | | | | |
| | 4 | D-7 | 8.59 | 33.98 | 9.72 | 9.99 | 6.45 | | | | | | | 9.61 | 32.99 | 30.21 | 12.92 | 27.63 | 5.32 | | 31.15 | 6.64 | 7.79 | 96.48 | | |
| | 5 | FBA-11 | 14.74 | 30.99 | 21.23 | 15.32 | 15.59 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6 | EPI-12 | 11.08 | 35.82 | 18.74 | 13.38 | 14.45 | | | | | | | 9.17 | 29.08 | 15.91 | 12.78 | 25.21 | 25.82 | | 35.67 | 30.74 | 19.05 | 44.36 | | |
| | 7 | D-6 | 15.97 | 41.94 | 38.67 | 13.69 | 31.40 | | | | | | | 21.19 | 40.33 | 31.88 | 16.96 | 29.58 | 6.01 | | 49.66 | 37.99 | 6.29 | 135.88 | | |
| | 8 | D-6 | | | | | | | | | | | | 11.86 | 35.92 | 33.33 | 14.99 | 27.36 | 25.91 | | 38.45 | 33.43 | 6.47 | 74.78 | | |
| | 8 | FBA-13 | 9.76 | 32.45 | 17.32 | 13.04 | 51.86 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P11 R=14 m h=5 m | 1 | D-15 | 8.20 | 11.38 | 9.37 | 7.83 | 54.11 | | | | | | | D-14 | 7.67 | 10.06 | 9.08 | 8.79 | 30.78 | D-11 FBA-11 D-12 EPI-12 D-10 FBA-13 | 8.15 | 10.69 | 9.42 | 7.99 | 205.69 | |
| | 2 | D-13 | 8.30 | 10.79 | 9.52 | 8.45 | 86.57 | D-8 FBA-11 EPI-12 D-9 FBA-13 | 7.47 | 9.86 | 8.64 | 8.18 | 15.75 | 6.10 | 10.25 | 8.93 | 7.79 | 69.05 | | | | | | | | |
| | 4 | D-7 | 4.25 | 7.08 | 5.37 | 6.22 | 48.07 | | | | | | | 4.25 | 8.98 | 5.37 | 6.23 | 35.52 | 5.47 | | 10.30 | 8.59 | 7.58 | 156.97 | | |
| | 5 | FBA-11 | 7.52 | 10.10 | 8.83 | 8.29 | 16.60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6 | EPI-12 | 7.61 | 9.76 | 8.59 | 8.66 | 9.81 | | | | | | | 4.34 | 8.93 | 5.42 | 6.36 | 37.00 | 5.86 | | 9.42 | 8.20 | 7.35 | 59.31 | | |
| | 7 | D-6 | 4.30 | 10.21 | 5.37 | 7.45 | 79.94 | | | | | | | 7.96 | 13.62 | 11.77 | 9.46 | 68.85 | 26.41 | | 10.11 | 8.94 | 7.74 | 224.87 | | |
| | 8 | D-6 | 4.29 | 11.13 | 5.47 | 7.14 | 119.63 | | | | | | | 6.34 | 9.66 | 8.10 | 9.27 | 57.14 | 8.34 | | 13.08 | 11.18 | 8.78 | 128.03 | | |
| | 8 | FBA-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P12 R=5 m h=5 m | 1 | D-15 | 5.03 | 9.47 | 8.01 | 6.40 | 292.62 | | | | | | | D-14 | 9.77 | 14.60 | 12.35 | 9.59 | 118.03 | D-11 FBA-11 D-12 EPI-12 D-10 FBA-13 | 9.18 | 11.96 | 10.50 | 13.16 | 161.74 | |
| | 2 | D-13 | 4.74 | 8.789 | 6.20 | 6.55 | 297.55 | D-8 FBA-11 EPI-12 D-9 FBA-13 | 5.71 | 13.62 | 8.64 | 8.88 | 52.38 | 1.37 | 28.69 | 25.57 | 6.70 | 176.14 | | | | | | | | |
| | 4 | D-7 | 4.93 | 9.96 | 8.11 | 7.95 | 102.51 | | | | | | | 4.73 | 13.08 | 10.98 | 8.71 | 107.38 | 5.71 | | 8.98 | 8.15 | 13.21 | 77.05 | | |
| | 5 | FBA-11 | 8.54 | 12.35 | 10.15 | 8.95 | 51.26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6 | EPI-12 | 8.44 | 23.67 | 13.81 | 10.42 | 14.04 | | | | | | | 4.68 | 9.71 | 8.20 | 7.39 | 226.97 | 7.61 | | 25.08 | 22.45 | 13.80 | 108.21 | | |
| | 7 | D-6 | 4.20 | 7.03 | 5.42 | 5.85 | 138.48 | | | | | | | 3.61 | 9.08 | 5.27 | 6.69 | 111.11 | 9.22 | | 25.00 | 11.67 | 11.69 | 175.37 | | |
| | 8 | D-6 | | | | | | | | | | | | 3.78 | 18.01 | 6.73 | 5.78 | 119.10 | 7.32 | | 13.81 | 10.54 | 7.16 | 164.34 | | |
| | 8 | FBA-13 | 3.66 | 24.64 | 8.68 | 6.35 | 105.59 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Tabla D3

| CASA 7 | | COMPONENTE T | | | | | COMPONENTE L | | | | | COMPONENTE V | | | | | | | |
|-------------------------|-------|--------------|------------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|--------|------------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|--------|------------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|
| Prueba | Punto | Sensor | Frecuencias (Hz) | | | | V _{max} (mm/s) | Sensor | Frecuencias(Hz) | | | | V _{max} (mm/s) | Sensor | Frecuencias(Hz) | | | | V _{max} (mm/s) |
| | | | f _{min} | f _{max} | f _{vmax} | f _{sc} | | | f _{min} | f _{max} | f _{vmax} | f _{sc} | | | f _{min} | f _{max} | f _{vmax} | f _{sc} | |
| P1 R=240 m h=30m | 1 | D-15 | 22.27 | 36.57 | 30.62 | 28.10 | 1.29 | D-14 | 19.82 | 31.49 | 30.03 | 28.77 | 0.75 | EPI-14 | 21.91 | 27.86 | 26.84 | 25.13 | 2.85 |
| | 2 | D-13 | 26.37 | 28.68 | 27.54 | 27.62 | 0.51 | | | | | | | D-11 | 22.51 | 28.08 | 27.00 | 27.29 | 3.37 |
| | 3 | EPI-14 | 22.11 | 26.35 | 24.11 | 25.06 | 0.24 | EPI-14 | 19.62 | 31.96 | 30.74 | 6.08 | 0.35 | EPI-11 | 24.94 | 30.01 | 26.84 | 25.01 | 2.42 |
| | 4 | D-7 | 23.00 | 25.63 | 23.83 | 27.94 | 0.38 | D-8 | 14.01 | 24.46 | 20.12 | 11.97 | 0.33 | D-12 | 21.92 | 27.98 | 25.49 | 27.54 | 2.17 |
| | 5 | EPI-11 | 23.42 | 28.79 | 27.43 | 23.47 | 0.24 | EPI-11 | 20.84 | 42.50 | 38.69 | 25.68 | 0.38 | EPI-12 | 21.91 | 28.30 | 25.18 | 24.46 | 1.91 |
| | 6 | | | | | | | | | | | | | D-10 | 21.87 | 42.43 | 37.55 | 29.96 | 2.87 |
| | 8 | EPI-12 | 22.16 | 27.18 | 24.16 | 23.64 | 0.29 | EPI-12 | 14.05 | 24.45 | 22.98 | 10.93 | 0.34 | FBA-13 | 22.25 | 43.24 | 40.65 | 25.15 | 1.69 |
| | 8 | D-6 | 23.10 | 27.78 | 23.97 | 24.97 | 0.77 | D-9 | 24.22 | 32.76 | 24.90 | 14.83 | 0.40 | | | | | | |
| | 9 | FBA-13 | 25.86 | 27.96 | 27.18 | 25.43 | 0.76 | FBA-13 | 22.94 | 42.46 | 27.04 | 26.30 | 1.25 | | | | | | |
| P2 R=240 m h=30m | 1 | D-15 | 26.56 | 36.43 | 30.62 | 27.85 | 1.23 | D-14 | 27.64 | 31.30 | 29.69 | 29.03 | 0.76 | EPI-14 | 23.68 | 28.22 | 26.86 | 27.22 | 3.27 |
| | 2 | D-13 | 26.37 | 28.76 | 27.49 | 27.82 | 1.55 | | | | | | | D-11 | 23.14 | 28.03 | 26.66 | 28.41 | 3.22 |
| | 3 | EPI-14 | | | | | | EPI-14 | 13.92 | 30.62 | 19.97 | 11.31 | 0.34 | D-12 | 22.22 | 43.21 | 37.55 | 30.48 | 3.10 |
| | 4 | D-7 | 7.42 | 26.03 | 23.83 | 26.05 | 0.40 | D-8 | | | | | | EPI-12 | | | | | |
| | 5 | EPI-11 | | | | | | EPI-11 | | | | | | D-10 | | | | | |
| | 6 | EPI-12 | | | | | | EPI-12 | | | | | | FBA-13 | | | | | |
| | 8 | D-6 | 23.05 | 27.93 | 23.93 | 25.80 | 0.80 | D-9 | 24.22 | 36.62 | 24.90 | 21.93 | 0.38 | | | | | | |
| | 8 | D-6 | | | | | | FBA-13 | | | | | | | | | | | |
| | 9 | FBA-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P3 R=240 m h=20m | 1 | D-15 | 29.98 | 36.57 | 35.79 | 28.29 | 0.98 | D-14 | 13.77 | 35.89 | 30.18 | 12.22 | 0.62 | EPI-14 | 22.16 | 35.97 | 26.84 | 24.26 | 2.16 |
| | 2 | D-13 | 26.51 | 28.76 | 27.64 | 26.29 | 1.03 | | | | | | | D-11 | 23.83 | 31.30 | 26.86 | 26.84 | 2.62 |
| | 3 | EPI-14 | 6.78 | 8.20 | 7.32 | 7.30 | 0.40 | EPI-14 | 3.71 | 31.62 | 14.01 | 5.77 | 0.45 | EPI-11 | 25.23 | 31.67 | 27.04 | 24.69 | 1.91 |
| | 4 | D-7 | 6.93 | 7.91 | 7.52 | 7.63 | 0.41 | D-8 | 3.66 | 14.89 | 14.06 | 11.41 | 0.47 | D-12 | 21.92 | 27.88 | 26.71 | 25.95 | 1.61 |
| | 5 | EPI-11 | 3.56 | 27.82 | 4.42 | 4.28 | 0.41 | EPI-11 | 3.86 | 40.99 | 38.89 | 9.85 | 0.51 | EPI-12 | 21.86 | 27.96 | 26.69 | 23.59 | 1.49 |
| | 6 | | | | | | | EPI-12 | 3.71 | 14.93 | 14.01 | 10.77 | 0.47 | D-10 | 34.62 | 41.31 | 35.64 | 30.24 | 2.34 |
| | 8 | D-6 | 7.08 | 27.98 | 23.83 | 22.66 | 0.60 | D-9 | 12.35 | 16.70 | 13.96 | 12.31 | 0.55 | FBA-13 | 23.13 | 42.99 | 39.72 | 21.81 | 1.57 |
| | 8 | D-6 | 26.11 | 28.01 | 27.18 | 6.42 | 0.54 | FBA-13 | 26.11 | 42.16 | 40.70 | 29.81 | 0.88 | | | | | | |
| | 9 | FBA-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P4 R=120 m h=30m | 1 | D-15 | 15.38 | 35.74 | 17.82 | 25.96 | 1.18 | D-14 | 7.32 | 19.87 | 18.41 | 6.83 | 1.60 | EPI-14 | 14.05 | 40.55 | 18.64 | 19.07 | 4.63 |
| | 2 | D-13 | 17.33 | 29.20 | 19.38 | 20.40 | 1.56 | | | | | | | D-11 | 13.77 | 34.86 | 16.41 | 21.55 | 4.90 |
| | 3 | EPI-14 | 6.88 | 8.34 | 7.71 | 6.67 | 0.88 | EPI-14 | 6.78 | 8.10 | 7.47 | 8.04 | 1.58 | EPI-11 | 13.71 | 42.55 | 18.54 | 17.57 | 3.46 |
| | 4 | D-7 | 6.98 | 8.35 | 7.96 | 6.65 | 0.89 | D-8 | 6.88 | 19.78 | 7.47 | 6.57 | 1.38 | D-12 | 14.01 | 19.97 | 16.46 | 18.52 | 2.77 |
| | 5 | EPI-11 | 7.61 | 8.39 | 8.05 | 6.13 | 0.93 | EPI-11 | 6.88 | 19.86 | 7.52 | 6.72 | 1.60 | EPI-12 | 13.57 | 19.42 | 15.91 | 17.20 | 2.78 |
| | 6 | | | | | | | EPI-12 | 6.73 | 8.10 | 7.47 | 7.74 | 1.56 | D-10 | 33.94 | 42.09 | 39.60 | 25.71 | 4.47 |
| | 8 | D-6 | 6.69 | 27.54 | 7.23 | 12.22 | 0.83 | D-9 | 12.60 | 18.26 | 13.18 | 12.05 | 2.50 | FBA-13 | 37.53 | 43.19 | 40.36 | 15.19 | 2.99 |
| | 8 | D-6 | 6.64 | 27.91 | 10.10 | 6.88 | 1.74 | FBA-13 | 38.06 | 42.80 | 40.80 | 7.39 | 1.50 | | | | | | |
| | 9 | FBA-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P5 R=120 m h=30m | 1 | D-15 | 32.28 | 35.79 | 34.47 | 29.05 | 1.51 | D-14 | 17.82 | 35.94 | 19.34 | 28.42 | 1.36 | EPI-14 | 19.13 | 38.75 | 34.65 | 22.59 | 4.01 |
| | 2 | D-13 | 18.80 | 29.54 | 28.47 | 23.35 | 1.77 | | | | | | | D-11 | 24.76 | 35.06 | 32.91 | 25.42 | 5.37 |
| | 3 | EPI-14 | 7.03 | 26.55 | 7.71 | 5.71 | 0.72 | EPI-14 | 7.27 | 20.30 | 19.76 | 8.76 | 1.06 | EPI-11 | 25.13 | 32.40 | 27.86 | 21.68 | 2.97 |
| | 4 | D-7 | 7.23 | 31.98 | 7.96 | 8.67 | 0.78 | D-8 | 7.23 | 20.26 | 19.63 | 5.61 | 0.80 | D-12 | 15.82 | 44.14 | 25.34 | 24.33 | 3.20 |
| | 5 | EPI-11 | 7.86 | 21.47 | 15.27 | 10.72 | 1.09 | EPI-11 | 18.69 | 42.75 | 39.48 | 7.98 | 0.91 | EPI-12 | 14.44 | 43.19 | 25.57 | 21.06 | 2.54 |
| | 6 | | | | | | | EPI-12 | 6.78 | 20.79 | 7.32 | 8.05 | 0.90 | D-10 | 33.69 | 41.60 | 37.70 | 29.06 | 5.22 |
| | 8 | D-6 | 17.82 | 30.42 | 23.10 | 6.33 | 1.01 | D-9 | 12.70 | 39.60 | 37.60 | 11.85 | 1.48 | FBA-13 | 38.06 | 42.85 | 40.70 | 22.30 | 2.65 |
| | 8 | D-6 | 19.47 | 34.89 | 27.28 | 16.15 | 1.35 | FBA-13 | 37.19 | 43.14 | 40.16 | 13.86 | 1.32 | | | | | | |
| | 9 | FBA-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P6 R=120 m h=20 m | 1 | D-15 | 7.23 | 8.40 | 7.71 | 7.34 | 1.25 | D-14 | 6.88 | 19.92 | 7.52 | 5.76 | 1.60 | EPI-14 | 14.40 | 34.75 | 18.64 | 19.19 | 3.64 |
| | 2 | D-13 | 7.28 | 19.15 | 7.76 | 9.32 | 1.97 | | | | | | | D-11 | 14.16 | 33.59 | 15.67 | 21.27 | 3.75 |
| | 3 | EPI-14 | 7.22 | 8.44 | 7.71 | 7.98 | 1.41 | EPI-14 | 6.78 | 8.30 | 7.52 | 7.37 | 1.78 | EPI-11 | 14.30 | 32.16 | 31.04 | 17.96 | 2.93 |
| | 4 | D-7 | 7.23 | 8.45 | 7.71 | 7.95 | 1.44 | D-8 | 6.98 | 8.15 | 7.57 | 5.91 | 1.63 | D-12 | 14.01 | 19.92 | 16.46 | 19.16 | 2.17 |
| | 5 | EPI-11 | 7.27 | 8.64 | 7.81 | 8.84 | 1.35 | EPI-11 | 6.98 | 8.15 | 7.56 | 5.82 | 1.76 | EPI-12 | 14.05 | 19.76 | 16.45 | 17.48 | 2.38 |
| | 6 | | | | | | | EPI-12 | 6.93 | 8.15 | 7.56 | 7.06 | 1.71 | D-10 | 35.69 | 41.55 | 39.84 | 13.91 | 3.11 |
| | 8 | D-6 | 7.27 | 8.49 | 7.76 | 6.78 | 1.23 | D-9 | 7.08 | 13.72 | 7.86 | 8.21 | 1.78 | FBA-13 | 39.24 | 42.21 | 40.65 | 16.03 | 2.20 |
| | 8 | D-6 | 6.98 | 8.40 | 7.76 | 8.15 | 1.68 | FBA-13 | 7.08 | 42.26 | 7.66 | 7.57 | 1.86 | | | | | | |
| | 9 | FBA-13 | 7.08 | 42.26 | 7.66 | 7.57 | 1.86 | | | | | | | | | | | | |
| P7 R=80 m h=30 m | 1 | D-15 | 15.97 | 35.16 | 33.40 | 24.54 | 4.74 | D-14 | 14.94 | 29.49 | 28.03 | 5.72 | 4.68 | EPI-14 | 17.96 | 25.82 | 20.79 | 19.91 | 20.56 |
| | 2 | D-13 | 16.80 | 28.96 | 26.56 | 26.18 | 6.27 | | | | | | | D-11 | 14.84 | 34.28 | 24.02 | 22.42 | 21.12 |
| | 3 | EPI-14 | 18.40 | 25.72 | 22.30 | 4.37 | 2.35 | EPI-14 | 14.59 | 22.94 | 15.37 | 5.29 | 3.65 | EPI-11 | 18.54 | 41.77 | 26.74 | 19.36 | 13.94 |
| | 4 | D-7 | 18.51 | 23.97 | 23.14 | 4.55 | 2.56 | D-8 | 14.79 | 19.58 | 15.82 | 5.41 | 3.30 | D-12 | 14.99 | 25.00 | 19.73 | 19.85 | 12.02 |
| | 5 | EPI-11 | 11.81 | 37.43 | 26.11 | 4.66 | 2.31 | EPI-11 | 35.67 | 41.48 | 38.60 | 5.48 | 4.02 | EPI-12 | 14.49 | 26.25 | 19.67 | 18.91 | 11.80 |
| | 6 | | | | | | | EPI-12 | 14.35 | 21.37 | 15.47 | 5.30 | 3.67 | D-10 | 18.95 | 40.82 | 38.28 | 24.78 | 19.49 |
| | 8 | D-6 | 18.21 | 24.27 | 19.19 | 19.93 | 2.11 | D-9 | 11.62 | 38.62 | 21.73 | 6.80 | 3.69 | FBA-13 | 37.04 | 42.21 | 40.16 | 18.44 | 13.38 |
| | 8 | D-6 | | | | | | FBA-13 | 37.38 | 43.24 | 40.26 | 24.20 | 5.97 | | | | | | |
| | 9 | FBA-13 | 37.38 | 43.24 | 40.26 | 24.20 | 5.97 | | | | | | | | | | | | |

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla D3 Continuación

| CASA 7 | | COMPONENTE T | | | | | COMPONENTE L | | | | | COMPONENTE V | | | | | | | |
|------------------------|-------------------------|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|
| Prueba | Punto | Sensor | Frecuencias (Hz) | | | | V _{máx} (mm/s) | Sensor | Frecuencias(Hz) | | | | V _{máx} (mm/s) | Sensor | Frecuencias(Hz) | | | | V _{máx} (mm/s) |
| | | | f _{1min} | f _{1max} | f _{2max} | f _{3c} | | | f _{1min} | f _{1max} | f _{2max} | f _{3c} | | | f _{1min} | f _{1max} | f _{2max} | f _{3c} | |
| P9 R=25 m h=30 m | 1 | D-15 | 15.67 | 17.58 | 16.60 | 16.67 | 14.28 | D-14 | 13.67 | 15.77 | 14.84 | 9.42 | 25.21 | EPI-14 | 13.42 | 22.50 | 17.57 | 18.11 | 67.73 |
| | 2 | D-13 | 16.36 | 19.09 | 17.82 | 23.51 | 16.82 | D-8 | 7.37 | 16.11 | 15.09 | 7.61 | 17.25 | D-11 | 13.72 | 18.36 | 14.94 | 18.69 | 70.36 |
| | 3 | EPI-14 | 10.88 | 22.06 | 20.59 | 7.24 | 8.40 | EPI-14 | 6.10 | 15.42 | 12.54 | 8.04 | 20.91 | EPI-14 | 13.42 | 22.50 | 17.57 | 18.11 | 67.73 |
| | 4 | D-7 | 10.79 | 22.12 | 20.90 | 6.76 | 8.47 | D-8 | 7.37 | 16.11 | 15.09 | 7.61 | 17.25 | D-11 | 13.72 | 18.36 | 14.94 | 18.69 | 70.36 |
| | 5 | EPI-11 | 35.43 | 39.63 | 37.38 | 9.86 | 7.40 | EPI-11 | 7.27 | 39.09 | 36.01 | 8.07 | 20.26 | EPI-11 | 12.54 | 21.72 | 17.57 | 16.39 | 50.35 |
| | 6 | EPI-12 | 15.18 | 22.45 | 20.79 | 9.47 | 6.65 | EPI-12 | 5.95 | 16.06 | 8.59 | 7.64 | 19.35 | EPI-12 | 13.22 | 21.13 | 14.59 | 16.27 | 42.97 |
| | 8 | D-6 | 15.72 | 23.39 | 17.72 | 11.57 | 16.21 | D-9 | 12.26 | 14.36 | 13.28 | 12.27 | 22.11 | D-10 | 15.72 | 21.97 | 16.89 | 15.79 | 54.27 |
| | 9 | FBA-13 | 8.64 | 32.89 | 15.57 | 12.03 | 24.32 | FBA-13 | 15.37 | 18.25 | 16.74 | 17.13 | 17.62 | FBA-13 | 13.18 | 37.92 | 17.52 | 15.74 | 45.29 |
| | P10 R=25 m h=20 m | 1 | D-15 | 13.38 | 15.53 | 14.75 | 14.01 | 15.01 | D-14 | 5.91 | 17.82 | 16.16 | 7.99 | 18.07 | EPI-14 | 14.64 | 21.37 | 16.74 | 16.73 |
| 2 | | D-13 | 14.40 | 20.02 | 15.48 | 13.15 | 19.85 | D-8 | 5.62 | 11.04 | 6.54 | 6.88 | 14.46 | D-11 | 14.60 | 18.85 | 16.46 | 17.42 | 69.67 |
| 3 | | EPI-14 | 6.15 | 14.01 | 7.27 | 9.69 | 11.35 | EPI-14 | 5.47 | 7.17 | 6.25 | 7.58 | 19.13 | EPI-11 | 13.18 | 24.45 | 19.13 | 15.90 | 42.29 |
| 4 | | D-7 | 6.15 | 14.11 | 7.28 | 9.67 | 11.77 | D-8 | 5.62 | 11.04 | 6.54 | 6.88 | 14.46 | D-11 | 14.60 | 18.85 | 16.46 | 17.42 | 69.67 |
| 5 | | EPI-11 | 6.54 | 37.97 | 7.08 | 8.22 | 9.59 | EPI-11 | 5.47 | 36.60 | 6.39 | 7.05 | 16.97 | EPI-11 | 13.18 | 24.45 | 19.13 | 15.90 | 42.29 |
| 6 | | EPI-12 | 6.30 | 7.86 | 7.12 | 8.98 | 9.01 | EPI-12 | 5.47 | 7.17 | 6.30 | 6.91 | 16.71 | D-12 | 13.43 | 19.82 | 16.50 | 15.91 | 32.89 |
| 8 | | D-6 | 12.40 | 21.83 | 18.55 | 12.35 | 22.77 | D-9 | 11.96 | 14.21 | 13.09 | 10.65 | 29.56 | EPI-12 | 13.27 | 21.08 | 16.74 | 15.78 | 41.33 |
| 9 | | FBA-13 | 5.76 | 12.74 | 9.91 | 7.78 | 26.68 | FBA-13 | 12.69 | 19.42 | 17.96 | 10.75 | 27.56 | D-10 | 15.33 | 20.12 | 16.55 | 13.91 | 53.19 |
| P11 R=14 m h=5 m | | 1 | D-15 | 2.83 | 14.36 | 13.53 | 5.48 | 60.10 | D-14 | 2.93 | 4.05 | 7.52 | 3.30 | 90.03 | EPI-14 | 12.49 | 18.98 | 14.25 | 13.88 |
| | 2 | D-13 | 4.15 | 26.37 | 22.71 | 5.79 | 42.42 | EPI-14 | 2.78 | 4.05 | 7.81 | 3.28 | 100.58 | D-11 | 4.05 | 16.31 | 13.92 | 12.26 | 150.25 |
| | 3 | EPI-14 | 2.68 | 5.56 | 5.22 | 3.16 | 45.31 | D-8 | 2.68 | 4.10 | 7.71 | 3.29 | 84.62 | EPI-11 | 3.56 | 24.25 | 22.55 | 3.50 | 70.27 |
| | 4 | D-7 | 2.78 | 4.79 | 5.32 | 3.16 | 46.28 | EPI-11 | 2.78 | 4.10 | 7.71 | 3.32 | 94.50 | D-12 | 3.42 | 19.92 | 14.01 | 12.13 | 69.81 |
| | 5 | EPI-11 | 2.44 | 8.25 | 7.52 | 2.98 | 32.69 | EPI-12 | 2.78 | 4.05 | 7.71 | 3.27 | 96.22 | EPI-12 | 3.42 | 20.25 | 14.01 | 11.63 | 89.96 |
| | 6 | EPI-12 | 2.54 | 5.56 | 5.27 | 3.11 | 36.04 | D-9 | 2.78 | 4.05 | 3.56 | 3.30 | 137.51 | D-10 | 4.25 | 27.44 | 13.87 | 13.94 | 163.42 |
| | 8 | D-6 | 2.88 | 5.08 | 3.56 | 3.53 | 123.24 | FBA-13 | 2.68 | 8.49 | 5.47 | 4.24 | 66.39 | FBA-13 | 12.00 | 18.98 | 13.86 | 10.43 | 62.10 |
| | 9 | FBA-13 | 2.88 | 7.81 | 3.61 | 4.37 | 84.13 | | | | | | | | | | | | |

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla D4

| CASA 11 | | COMPONENTE T | | | | | | COMPONENTE L | | | | | | COMPONENTE V | | | | | |
|------------------------|-------------------------|--------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------------------|--------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------------------|--------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------------------|
| Prueba | Punto | Sensor | Frecuencias (Hz) | | | | V _{máx} (mm/s) | Sensor | Frecuencias (Hz) | | | | V _{máx} (mm/s) | Sensor | Frecuencias (Hz) | | | | V _{máx} (mm/s) |
| | | | f _{min} | f _{max} | f _{max} | f _{sc} | | | f _{min} | f _{max} | f _{max} | f _{sc} | | | f _{min} | f _{max} | f _{max} | f _{sc} | |
| P1 R=240 m h=30m | 1 | D-15 | 22.95 | 33.54 | 24.32 | 26.03 | 0.44 | D-14 | 16.60 | 33.15 | 17.04 | 4.19 | 0.30 | D-11 | 18.46 | 20.07 | 19.19 | 19.56 | 2.30 |
| | 2 | D-13 | 30.96 | 33.89 | 32.42 | 26.66 | 0.35 | D-8 | 3.91 | 9.23 | 5.86 | 4.11 | 0.32 | FBA-7 | 16.11 | 32.62 | 19.36 | 20.88 | 1.25 |
| | 4 | D-7 | 4.54 | 33.54 | 30.71 | 24.02 | 0.24 | EPI-8 | | | | | | EPI-8 | | | | | |
| | 5 | FBA-7 | | | | | | EPI-10 | | | | | | EPI-10 | | | | | |
| | 6 | EPI-8 | | | | | | D-9 | | | | | | D-10 | | | | | |
| | 7 | EPI-10 | | | | | | FBA-9 | | | | | | FBA-9 | | | | | |
| | 8 | D-6 | 23.58 | 26.71 | 25.29 | 21.02 | 0.22 | D-14 | 18.85 | 41.80 | 25.59 | 20.10 | 0.28 | D-11 | 18.51 | 25.93 | 19.19 | 20.18 | 1.78 |
| | 9 | FBA-9 | | | | | | D-8 | 5.27 | 39.99 | 5.62 | 3.93 | 0.12 | FBA-7 | 18.50 | 25.47 | 19.28 | 17.79 | 0.87 |
| | P2 R=240 m h=30m | 1 | D-15 | 23.10 | 31.01 | 24.32 | 22.00 | 0.38 | D-14 | 18.85 | 41.80 | 25.59 | 20.10 | 0.28 | D-11 | 18.51 | 25.93 | 19.19 | 20.18 |
| 2 | | D-13 | 30.78 | 33.5 | 31.88 | 28.48 | 0.25 | D-8 | 5.27 | 39.99 | 5.62 | 3.93 | 0.12 | FBA-7 | 18.50 | 25.47 | 19.28 | 17.79 | 0.87 |
| 4 | | D-7 | 23.54 | 32.28 | 30.91 | 19.78 | 0.17 | D-8 | 5.27 | 31.72 | 18.89 | 3.85 | 0.13 | D-11 | 18.51 | 26.27 | 19.34 | 20.75 | 0.97 |
| 5 | | FBA-7 | 18.93 | 33.87 | 32.11 | 6.09 | 0.11 | EPI-8 | 25.13 | 32.85 | 26.08 | 22.10 | 0.12 | EPI-8 | 18.50 | 32.40 | 19.32 | 19.93 | 1.20 |
| 6 | | EPI-8 | 26.55 | 40.31 | 38.89 | 4.76 | 0.12 | EPI-10 | 24.99 | 27.08 | 28.01 | 9.34 | 0.13 | EPI-10 | 18.30 | 26.79 | 24.94 | 20.15 | 1.01 |
| 7 | | EPI-10 | 4.68 | 33.53 | 24.55 | 5.73 | 0.13 | D-9 | 25.34 | 31.40 | 28.37 | 27.11 | 0.23 | D-10 | 18.55 | 32.32 | 24.85 | 20.41 | 1.71 |
| 8 | | D-6 | 23.93 | 28.95 | 25.88 | 25.53 | 0.17 | FBA-9 | 21.37 | 42.07 | 39.63 | 24.12 | 0.24 | FBA-9 | 18.84 | 25.42 | 19.91 | 19.62 | 1.10 |
| 9 | | FBA-9 | 18.01 | 42.50 | 18.62 | 19.45 | 0.17 | D-14 | 16.55 | 28.32 | 17.04 | 21.04 | 0.34 | D-11 | 18.70 | 20.36 | 19.43 | 20.58 | 2.25 |
| P3 R=240 m h=20m | | 1 | D-15 | 4.59 | 35.74 | 18.60 | 22.36 | 0.31 | D-8 | 4.35 | 5.81 | 5.57 | 4.60 | 0.28 | D-11 | 18.74 | 20.59 | 19.57 | 17.73 |
| | 2 | D-13 | 26.81 | 39.5 | 33.89 | 27.99 | 0.40 | FBA-7 | 4.49 | 19.52 | 5.56 | 4.87 | 0.25 | D-12 | 18.80 | 20.75 | 19.63 | 21.12 | 1.17 |
| | 4 | D-7 | 4.44 | 19.82 | 19.68 | 8.88 | 0.24 | EPI-8 | 4.20 | 39.48 | 5.42 | 4.74 | 0.26 | EPI-8 | 18.79 | 20.74 | 18.62 | 20.20 | 1.38 |
| | 5 | FBA-7 | 4.34 | 8.49 | 7.81 | 7.08 | 0.24 | EPI-10 | 4.20 | 37.82 | 5.42 | 4.84 | 0.25 | EPI-10 | 18.45 | 23.28 | 20.06 | 18.51 | 1.18 |
| | 6 | EPI-8 | 4.34 | 40.28 | 37.77 | 8.85 | 0.34 | D-9 | 25.73 | 28.22 | 26.58 | 21.54 | 0.27 | D-10 | 18.70 | 21.48 | 19.48 | 21.14 | 2.23 |
| | 7 | EPI-10 | 4.34 | 8.10 | 7.71 | 7.07 | 0.23 | FBA-9 | 21.37 | 43.09 | 35.28 | 25.71 | 0.23 | FBA-9 | 19.03 | 21.08 | 19.91 | 19.12 | 1.07 |
| | 8 | D-6 | 4.54 | 27.25 | 26.22 | 7.22 | 0.23 | D-14 | 40.48 | 49.51 | 45.31 | 31.95 | 1.79 | D-11 | 18.55 | 38.53 | 36.08 | 28.71 | 8.69 |
| | 9 | FBA-9 | 16.10 | 43.83 | 19.86 | 21.15 | 0.28 | FBA-7 | 38.06 | 43.09 | 40.31 | 7.42 | 0.49 | FBA-7 | 18.10 | 41.09 | 35.04 | 22.34 | 3.20 |
| | P4 R=120 m h=30m | 1 | D-15 | 33.59 | 47.75 | 45.85 | 32.15 | 1.91 | D-8 | 32.76 | 50.34 | 34.18 | 37.98 | 0.53 | D-11 | 18.55 | 38.53 | 36.08 | 28.71 |
| 2 | | D-13 | 29.79 | 37.89 | 35.74 | 35.95 | 2.45 | FBA-7 | 38.06 | 43.09 | 40.31 | 7.42 | 0.49 | FBA-7 | 18.10 | 41.09 | 35.04 | 22.34 | 3.20 |
| 4 | | D-7 | 29.10 | 48.10 | 41.02 | 34.81 | 1.05 | EPI-8 | 38.21 | 42.99 | 40.50 | 26.17 | 0.61 | D-12 | 18.95 | 40.72 | 35.64 | 28.18 | 4.57 |
| 5 | | FBA-7 | 30.60 | 41.97 | 40.85 | 32.16 | 0.57 | EPI-10 | 34.50 | 39.24 | 36.89 | 7.86 | 0.52 | EPI-8 | 19.32 | 42.26 | 38.70 | 24.18 | 4.06 |
| 6 | | EPI-8 | 39.58 | 43.48 | 42.02 | 7.25 | 0.53 | D-9 | 25.63 | 46.00 | 28.71 | 34.87 | 0.92 | EPI-10 | 20.51 | 38.96 | 34.42 | 26.54 | 7.85 |
| 7 | | EPI-10 | 28.45 | 37.28 | 31.87 | 7.17 | 0.58 | FBA-9 | 34.31 | 36.99 | 35.58 | 25.85 | 1.00 | D-10 | 19.42 | 24.35 | 22.01 | 22.92 | 3.13 |
| 8 | | D-6 | 30.43 | 45.31 | 35.55 | 33.72 | 1.29 | D-14 | 24.80 | 48.97 | 45.02 | 30.41 | 2.20 | D-11 | 27.44 | 36.08 | 34.23 | 19.54 | 2.30 |
| 9 | | FBA-9 | 34.11 | 39.09 | 36.45 | 20.82 | 0.52 | FBA-7 | 30.21 | 43.58 | 40.55 | 8.36 | 0.62 | FBA-7 | 17.81 | 38.31 | 30.08 | 21.98 | 3.58 |
| P5 R=120 m h=30m | | 1 | D-15 | 23.14 | 47.17 | 45.17 | 32.36 | 2.02 | D-8 | 4.20 | 11.43 | 9.52 | 7.76 | 2.03 | D-11 | 17.92 | 30.47 | 19.29 | 24.08 |
| | 2 | D-13 | 29.83 | 36.87 | 34.81 | 34.99 | 2.58 | FBA-7 | 4.29 | 11.68 | 9.56 | 8.14 | 2.29 | FBA-7 | 17.42 | 35.23 | 29.37 | 21.03 | 3.29 |
| | 4 | D-7 | 28.81 | 48.05 | 26.79 | 30.27 | 1.34 | EPI-8 | 4.20 | 26.94 | 9.78 | 8.02 | 2.15 | D-12 | 17.77 | 35.84 | 27.20 | 25.02 | 4.84 |
| | 5 | FBA-7 | 30.11 | 41.72 | 31.57 | 31.04 | 0.85 | EPI-10 | 4.15 | 13.37 | 11.71 | 8.42 | 2.16 | EPI-8 | 17.52 | 35.04 | 28.30 | 22.74 | 4.85 |
| | 6 | EPI-8 | 25.62 | 38.28 | 30.55 | 30.51 | 0.57 | D-9 | 8.94 | 12.35 | 10.94 | 9.24 | 3.25 | EPI-10 | 17.88 | 27.77 | 21.23 | 21.91 | 4.02 |
| | 7 | EPI-10 | 28.08 | 35.62 | 31.87 | 7.38 | 0.52 | FBA-9 | 28.25 | 36.26 | 27.43 | 8.18 | 1.93 | D-10 | 18.02 | 35.55 | 33.89 | 24.83 | 8.34 |
| | 8 | D-6 | 28.42 | 37.65 | 35.84 | 30.52 | 1.21 | D-14 | 25.00 | 47.41 | 41.50 | 32.31 | 3.38 | FBA-9 | 18.69 | 23.91 | 21.57 | 19.78 | 3.31 |
| | 9 | FBA-9 | 20.74 | 38.70 | 36.01 | 20.72 | 0.64 | D-8 | 26.95 | 36.77 | 33.69 | 5.73 | 1.25 | D-11 | 17.48 | 36.72 | 29.98 | 24.43 | 19.14 |
| | P6 R=120 m h=20 m | 1 | D-15 | 5.22 | 35.60 | 34.08 | 8.49 | 1.89 | FBA-7 | 37.14 | 40.26 | 38.69 | 6.38 | 1.71 | FBA-7 | 17.67 | 36.11 | 33.87 | 21.13 |
| 2 | | D-13 | 29.54 | 38.43 | 34.86 | 7.78 | 2.40 | EPI-8 | 31.33 | 40.94 | 32.89 | 6.47 | 1.54 | D-12 | 17.63 | 37.65 | 30.37 | 26.38 | 10.32 |
| 4 | | D-7 | 5.32 | 10.40 | 9.72 | 8.48 | 2.45 | EPI-10 | 28.50 | 38.89 | 36.45 | 6.31 | 1.54 | EPI-8 | 18.01 | 38.36 | 33.38 | 23.08 | 10.18 |
| 5 | | FBA-7 | 5.27 | 9.71 | 9.08 | 7.28 | 1.94 | D-9 | 25.49 | 27.88 | 26.71 | 8.42 | 3.84 | EPI-10 | 18.78 | 36.84 | 33.16 | 22.31 | 7.28 |
| 6 | | EPI-8 | 4.64 | 28.94 | 8.74 | 7.83 | 2.10 | FBA-9 | 27.04 | 37.53 | 34.80 | 28.24 | 2.10 | D-10 | 29.59 | 36.72 | 33.74 | 25.61 | 19.11 |
| 7 | | EPI-10 | 5.17 | 9.81 | 8.93 | 7.70 | 2.30 | D-14 | 17.77 | 28.12 | 18.85 | 23.04 | 4.64 | FBA-9 | 18.01 | 24.30 | 21.86 | 21.63 | 7.70 |
| 8 | | D-6 | 28.07 | 35.99 | 27.39 | 8.28 | 6.24 | D-8 | 4.10 | 29.15 | 27.83 | 11.81 | 3.17 | D-11 | 17.04 | 23.00 | 18.70 | 21.57 | 28.63 |
| 9 | | FBA-9 | 8.20 | 36.50 | 9.08 | 7.99 | 1.48 | FBA-7 | 10.30 | 31.23 | 18.74 | 12.92 | 4.35 | FBA-7 | 15.98 | 23.47 | 18.59 | 19.70 | 10.90 |
| P7 R=60 m h=30 m | | 1 | D-15 | 27.93 | 35.25 | 26.59 | 30.07 | 3.87 | D-8 | 4.10 | 29.15 | 27.83 | 11.81 | 3.17 | D-11 | 17.04 | 23.00 | 18.70 | 21.57 |
| | 2 | D-13 | 30.42 | 35.4 | 33.45 | 33.84 | 4.17 | FBA-7 | 10.30 | 31.23 | 18.74 | 12.92 | 4.35 | FBA-7 | 15.98 | 23.47 | 18.59 | 19.70 | 10.90 |
| | 4 | D-7 | 28.22 | 32.81 | 31.30 | 29.65 | 2.85 | EPI-8 | 8.93 | 31.82 | 27.33 | 12.80 | 3.77 | D-12 | 65.72 | 73.05 | 72.85 | 22.43 | 13.88 |
| | 5 | FBA-7 | 27.96 | 34.89 | 33.23 | 8.16 | 1.18 | EPI-10 | 8.49 | 30.65 | 10.15 | 13.34 | 3.33 | EPI-8 | 16.20 | 30.21 | 21.87 | 21.07 | 18.41 |
| | 6 | EPI-8 | 32.65 | 37.48 | 36.36 | 8.84 | 1.12 | D-9 | 11.18 | 28.44 | 15.77 | 14.33 | 8.04 | EPI-10 | 16.74 | 29.86 | 21.23 | 20.10 | 15.27 |
| | 7 | EPI-10 | 28.55 | 35.09 | 32.35 | 8.14 | 1.51 | FBA-9 | 8.47 | 30.65 | 28.21 | 12.33 | 3.34 | D-10 | 15.97 | 24.42 | 21.04 | 22.16 | 27.98 |
| | 8 | D-6 | 25.73 | 37.45 | 35.20 | 30.76 | 2.31 | D-14 | 17.77 | 28.12 | 18.85 | 23.04 | 4.64 | FBA-9 | 17.42 | 23.32 | 21.23 | 18.48 | 10.59 |
| | 9 | FBA-9 | 34.31 | 39.67 | 36.45 | 8.07 | 1.38 | D-8 | 4.10 | 29.15 | 27.83 | 11.81 | 3.17 | D-11 | 17.04 | 23.00 | 18.70 | 21.57 | 28.63 |
| | P8 R=60 m h=20 m | 1 | D-15 | 19.34 | 34.03 | 20.51 | 24.06 | 4.94 | D-8 | 4.10 | 29.15 | 27.83 | 11.81 | 3.17 | D-11 | 17.04 | 23.00 | 18.70 | 21.57 |
| 2 | | D-13 | 26.42 | 34.18 | 32.23 | 11.42 | 5.66 | FBA-7 | 10.30 | 31.23 | 18.74 | 12.92 | 4.35 | FBA-7 | 15.98 | 23.47 | 18.59 | 19.70 | 10.90 |
| 4 | | D-7 | 15.38 | 31.91 | 29.98 | 10.45 | 4.98 | EPI-8 | 8.93 | 31.82 | 27.33 | 12.80 | 3.77 | D-12 | 65.72 | 73.05 | 72.85 | 22.43 | 13.88 |
| 5 | | FBA-7 | 6.30 | 32.45 | 7.08 | 10.19 | 4.19 | EPI-10 | 8.49 | 30.65 | 10.15 | 13.34 | 3.33 | EPI-8 | 16.20 | 30.21 | 21.87 | 21.07 | 1 |

Tabla D4. Continuación

| CASA 11 | | COMPONENTE T | | | | | COMPONENTE L | | | | | COMPONENTE V | | | | | | | |
|------------------------|-------------------------|--------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------------------|--------|------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------------------|--------|------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------------------|
| Prueba | Punto | Sensor | Frecuencias (Hz) | | | | V _{max} (mm/s) | Sensor | Frecuencias(Hz) | | | | V _{max} (mm/s) | Sensor | Frecuencias(Hz) | | | | V _{max} (mm/s) |
| | | | Y _{min} | Y _{max} | Y _{max} | Y _{zc} | | | Y _{min} | Y _{max} | Y _{max} | Y _{zc} | | | Y _{min} | Y _{max} | Y _{max} | Y _{zc} | |
| P9 R=25 m h=30 m | 1 | D-15 | | | | | | D-14 | | | | | | | | | | | |
| | 2 | D-13 | | | | | | D-8 | | | | | D-11 | | | | | | |
| | 4 | D-7 | | | | | | FBA-7 | 21.57 | 40.70 | 39.33 | 6.48 | 5.40 | FBA-7 | 19.23 | 34.16 | 28.84 | 19.40 | 27.52 |
| | 5 | FBA-7 | 17.91 | 32.89 | 31.48 | 10.53 | 10.80 | D-8 | | | | | D-12 | | | | | | |
| | 6 | EPI-8 | 9.37 | 17.23 | 14.15 | 11.16 | 10.69 | EPI-8 | 21.37 | 30.45 | 23.33 | 10.71 | 6.91 | EPI-8 | 19.52 | 31.92 | 27.72 | 21.73 | 33.92 |
| | 7 | EPI-10 | 7.95 | 32.84 | 17.76 | 9.44 | 11.74 | EPI-10 | 29.38 | 33.53 | 31.43 | 11.43 | 7.87 | EPI-10 | 18.84 | 35.28 | 30.70 | 21.42 | 25.26 |
| | 8 | D-6 | | | | | | D-9 | | | | | D-10 | | | | | | |
| | 9 | FBA-9 | 15.13 | 32.45 | 30.30 | 11.57 | 10.05 | FBA-9 | 17.08 | 31.33 | 28.99 | 17.51 | 10.29 | FBA-9 | 18.89 | 31.57 | 20.84 | 20.51 | 26.55 |
| | P10 R=25 m h=20 m | 1 | D-15 | 11.91 | 23.83 | 19.19 | 9.71 | 19.67 | D-14 | 8.64 | 26.46 | 16.26 | 9.41 | 21.13 | D-11 | 14.84 | 22.71 | 20.41 | 18.37 |
| 2 | | D-13 | 7.81 | 18.95 | 12.89 | 11.39 | 24.14 | D-8 | 4.49 | 10.25 | 8.89 | 8.01 | 16.46 | FBA-7 | 13.22 | 21.37 | 19.57 | 16.39 | 32.73 |
| 4 | | D-7 | 11.33 | 15.33 | 13.92 | 8.96 | 22.80 | FBA-7 | 7.47 | 17.91 | 9.17 | 8.68 | 20.15 | D-12 | 17.29 | 21.92 | 20.36 | 18.55 | 38.23 |
| 5 | | FBA-7 | 7.86 | 14.69 | 13.08 | 10.68 | 16.91 | D-8 | 4.34 | 10.25 | 8.78 | 7.60 | 14.69 | EPI-8 | 17.42 | 21.91 | 20.35 | 17.57 | 51.80 |
| 6 | | EPI-8 | 8.13 | 15.47 | 12.79 | 8.84 | 17.53 | EPI-8 | 4.39 | 24.25 | 22.55 | 6.20 | 15.92 | EPI-10 | 17.76 | 21.81 | 19.47 | 16.98 | 38.04 |
| 7 | | EPI-10 | 7.47 | 14.79 | 12.98 | 10.45 | 19.87 | EPI-10 | 9.18 | 21.14 | 19.73 | 12.81 | 11.08 | D-10 | 14.01 | 22.38 | 20.56 | 18.71 | 26.23 |
| 8 | | D-6 | 10.11 | 16.99 | 14.16 | 11.51 | 8.50 | D-9 | 9.27 | 22.40 | 20.74 | 11.22 | 18.20 | FBA-9 | 17.91 | 21.67 | 19.76 | 17.52 | 26.39 |
| 9 | | FBA-9 | 14.20 | 21.62 | 20.59 | 11.37 | 14.11 | FBA-9 | | | | | | | | | | | |

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla D5

| CASA 69-I | | T | | | | | L | | | | | V | | | | | | | |
|-------------------------|-------------------------|--------|------------------|------------------|-----------------------|-------------------------|--------|------------------|------------------|-----------------------|-----------------|-------------------------|--------|------------------|------------------|-----------------------|-----------------|-------------------------|-------|
| Prueba | Punto | Sensor | f _{min} | f _{max} | f _{max} (Hz) | V _{max} (mm/s) | Sensor | f _{min} | f _{max} | f _{max} (Hz) | f _{sc} | V _{max} (mm/s) | Sensor | f _{min} | f _{max} | f _{max} (Hz) | f _{sc} | V _{max} (mm/s) | |
| P1 R=30 m h=30 m | 1 | D-15 | 30.52 | 33.25 | 31.93 | 30.31 | 1.61 | D-14 | 26.95 | 31.45 | 28.32 | 30.77 | 1.88 | D-11 | 25.78 | 33.50 | 28.17 | 29.64 | 5.60 |
| | 2 | D-13 | 27.34 | 30.03 | 28.66 | 27.99 | 0.63 | D-8 | 26.22 | 32.67 | 27.98 | 29.00 | 1.03 | FBA-13 | 24.94 | 35.87 | 41.72 | 31.84 | 1.84 |
| | 4 | D-7 | 27.69 | 37.11 | 31.74 | 30.58 | 0.64 | FBA-13 | 26.16 | 33.77 | 42.16 | 31.65 | 0.59 | D-12 | 29.10 | 33.58 | 31.98 | 31.26 | 2.13 |
| | 5 | FBA-13 | 29.77 | 35.48 | 38.82 | 29.61 | 0.22 | EPI-14 | 27.23 | 33.38 | 31.92 | 29.92 | 0.47 | EPI-14 | 28.94 | 33.77 | 31.87 | 31.51 | 1.83 |
| | 6 | EPI-14 | 28.06 | 34.79 | 31.52 | 33.56 | 0.35 | EPI-10 | 1.66 | 3.42 | 8.44 | 31.48 | 0.34 | EPI-10 | 26.06 | 38.94 | 32.11 | 30.59 | 1.63 |
| | 7 | EPI-10 | 31.09 | 38.16 | 32.60 | 33.30 | 0.29 | D-8 | 27.59 | 34.42 | 32.71 | 28.80 | 0.90 | D-8 | 25.59 | 33.89 | 28.17 | 30.08 | 3.93 |
| | 8 | D-6 | 31.20 | 39.50 | 32.67 | 32.26 | 1.37 | FBA-9 | 30.16 | 40.65 | 38.84 | 37.00 | 0.89 | FBA-9 | 27.28 | 39.04 | 32.11 | 30.72 | 1.76 |
| | 9 | FBA-9 | 38.16 | 39.53 | 37.62 | 35.13 | 0.81 | FBA-13 | 26.40 | 33.77 | 31.23 | 32.00 | 0.49 | FBA-13 | 25.91 | 38.02 | 41.72 | 31.13 | 1.18 |
| | P2 R=240 m h=30 m | 1 | EPI-14 | 30.74 | 33.23 | 31.87 | 30.19 | 0.26 | EPI-14 | 27.43 | 33.28 | 31.92 | 30.71 | 0.36 | FBA-13 | 28.89 | 34.58 | 31.98 | 31.26 |
| 2 | | D-13 | 31.13 | 37.92 | 32.35 | 33.92 | 0.23 | EPI-10 | 29.57 | 34.65 | 31.67 | 32.77 | 0.27 | EPI-10 | 29.96 | 35.48 | 42.25 | 28.73 | 1.21 |
| 3 | | FBA-9 | 35.97 | 38.75 | 37.38 | 34.00 | 0.62 | FBA-9 | 30.70 | 42.70 | 38.70 | 35.97 | 0.65 | FBA-9 | 29.57 | 38.31 | 32.31 | 32.36 | 1.48 |
| 4 | | FBA-13 | 30.70 | 33.62 | 39.82 | 32.58 | 0.23 | FBA-13 | 26.06 | 33.67 | 30.79 | 30.46 | 0.57 | FBA-13 | 24.69 | 35.33 | 41.72 | 28.87 | 1.50 |
| 5 | | EPI-14 | 27.82 | 34.55 | 31.87 | 29.91 | 0.32 | EPI-14 | 26.40 | 33.96 | 31.48 | 30.87 | 0.49 | EPI-14 | 27.43 | 34.06 | 31.87 | 28.06 | 1.58 |
| 6 | | EPI-10 | 30.99 | 37.97 | 32.45 | 32.13 | 0.27 | EPI-10 | 30.79 | 33.53 | 32.26 | 32.18 | 0.36 | EPI-10 | 26.11 | 38.28 | 31.98 | 32.08 | 1.87 |
| 7 | | FBA-9 | 34.79 | 40.02 | 37.38 | 34.50 | 0.75 | FBA-9 | 29.43 | 41.53 | 38.60 | 36.05 | 0.91 | FBA-9 | 26.50 | 38.60 | 31.96 | 31.12 | 1.58 |
| 8 | | D-15 | 26.37 | 31.88 | 28.81 | 30.46 | 1.44 | D-14 | 26.37 | 29.39 | 27.98 | 29.54 | 3.72 | D-11 | 25.39 | 30.52 | 27.39 | 27.06 | 3.26 |
| 9 | | D-13 | 26.07 | 50.44 | 28.12 | 39.29 | 3.65 | D-8 | 25.83 | 29.44 | 27.54 | 27.45 | 2.22 | FBA-13 | 24.74 | 31.52 | 28.84 | 25.82 | 3.35 |
| P3 R=240 m h=20 m | 1 | D-7 | 26.76 | 29.59 | 28.22 | 29.27 | 1.52 | FBA-13 | 24.94 | 30.40 | 32.60 | 26.43 | 1.52 | D-11 | 25.39 | 30.52 | 27.39 | 27.06 | 3.26 |
| | 2 | FBA-13 | 23.62 | 36.16 | 29.08 | 24.72 | 0.54 | D-8 | 25.83 | 29.44 | 27.54 | 27.45 | 2.22 | FBA-13 | 24.74 | 31.52 | 28.84 | 25.82 | 3.35 |
| | 3 | D-15 | 26.94 | 29.77 | 28.26 | 27.08 | 0.74 | EPI-14 | 26.35 | 29.77 | 28.16 | 25.83 | 1.05 | D-12 | 25.34 | 47.46 | 29.00 | 31.25 | 4.71 |
| | 4 | EPI-10 | 27.47 | 37.19 | 28.84 | 26.23 | 0.62 | EPI-10 | 24.79 | 30.74 | 27.96 | 25.86 | 0.78 | EPI-14 | 25.87 | 31.87 | 29.13 | 25.84 | 3.93 |
| | 5 | D-6 | 27.00 | 30.47 | 28.71 | 29.98 | 1.73 | D-9 | 26.90 | 30.27 | 28.76 | 25.18 | 4.38 | D-10 | 25.20 | 30.66 | 27.34 | 30.31 | 9.12 |
| | 6 | FBA-9 | 26.16 | 43.48 | 42.21 | 32.87 | 2.90 | FBA-9 | 28.16 | 41.28 | 38.41 | 35.58 | 2.16 | FBA-9 | 25.52 | 43.14 | 29.33 | 25.36 | 4.08 |
| | 7 | D-15 | 26.71 | 32.03 | 30.81 | 30.29 | 3.39 | D-14 | 26.37 | 29.35 | 27.93 | 28.87 | 3.39 | D-11 | 25.44 | 30.42 | 27.39 | 26.73 | 11.26 |
| | 8 | D-13 | 25.49 | 50.54 | 28.08 | 35.43 | 1.58 | D-8 | 25.83 | 29.35 | 27.54 | 27.61 | 2.34 | FBA-13 | 24.20 | 31.92 | 28.79 | 26.23 | 3.58 |
| | 9 | FBA-13 | 23.28 | 31.52 | 29.04 | 25.24 | 0.66 | FBA-13 | 24.94 | 30.40 | 27.82 | 27.70 | 1.61 | D-12 | 25.24 | 47.85 | 29.05 | 30.19 | 4.83 |
| P4 R=120 m h=30 m | 1 | EPI-14 | 26.94 | 29.87 | 28.26 | 26.24 | 0.71 | EPI-14 | 24.94 | 30.50 | 27.91 | 25.70 | 0.83 | EPI-14 | 25.33 | 31.87 | 29.13 | 25.60 | 3.33 |
| | 2 | EPI-10 | 26.99 | 38.45 | 29.04 | 28.65 | 0.67 | EPI-10 | 24.45 | 30.79 | 27.96 | 27.57 | 0.89 | EPI-10 | 23.91 | 43.88 | 29.91 | 27.41 | 3.55 |
| | 3 | D-7 | 27.00 | 30.57 | 28.76 | 28.72 | 3.13 | D-9 | 27.05 | 30.32 | 28.81 | 24.70 | 4.41 | D-10 | 25.24 | 31.01 | 27.29 | 39.42 | 9.32 |
| | 4 | FBA-9 | 25.96 | 43.58 | 42.21 | 28.48 | 1.52 | FBA-9 | 28.06 | 41.63 | 38.60 | 35.66 | 1.91 | FBA-9 | 25.33 | 43.14 | 29.43 | 26.29 | 4.33 |
| | 5 | D-15 | 23.97 | 38.23 | 28.52 | 28.14 | 2.72 | D-14 | 26.27 | 29.10 | 27.73 | 29.61 | 3.51 | D-11 | 25.20 | 29.10 | 27.25 | 25.44 | 9.84 |
| | 6 | D-13 | 25.88 | 29.15 | 27.54 | 28.01 | 1.48 | D-8 | 25.54 | 28.96 | 27.25 | 25.96 | 2.02 | D-11 | 22.06 | 30.89 | 41.72 | 24.11 | 3.24 |
| | 7 | D-7 | 26.66 | 29.25 | 28.08 | 26.61 | 1.22 | FBA-13 | 24.16 | 29.62 | 27.33 | 26.30 | 1.34 | D-12 | 24.07 | 31.25 | 28.81 | 27.78 | 3.78 |
| | 8 | FBA-13 | 23.52 | 37.33 | 24.55 | 5.18 | 0.69 | EPI-14 | 23.72 | 29.33 | 27.67 | 3.58 | 1.21 | FBA-13 | 24.89 | 31.13 | 28.60 | 23.95 | 3.14 |
| | 9 | EPI-14 | 26.74 | 29.43 | 28.11 | 5.12 | 0.68 | EPI-10 | 23.52 | 29.43 | 28.30 | 3.61 | 1.32 | EPI-10 | 23.33 | 42.16 | 26.16 | 24.80 | 2.96 |
| P5 R=120 m h=30 m | 1 | EPI-10 | 23.13 | 40.65 | 37.77 | 5.28 | 0.71 | D-9 | 26.51 | 30.18 | 28.66 | 24.07 | 4.21 | D-10 | 23.05 | 29.20 | 27.20 | 26.58 | 7.37 |
| | 2 | D-6 | 26.66 | 29.93 | 28.47 | 29.32 | 2.42 | FBA-9 | 36.99 | 42.07 | 39.48 | 8.12 | 1.60 | FBA-9 | 24.16 | 40.85 | 42.21 | 25.20 | 4.28 |
| | 3 | FBA-9 | 25.77 | 41.04 | 38.06 | 33.18 | 1.57 | D-14 | 24.51 | 35.99 | 33.74 | 28.80 | 10.65 | D-11 | 22.02 | 35.06 | 26.22 | 26.70 | 26.93 |
| | 4 | D-15 | 29.35 | 36.52 | 34.23 | 29.40 | 9.05 | D-8 | 22.36 | 35.25 | 24.07 | 27.39 | 6.14 | FBA-13 | 23.13 | 38.11 | 33.87 | 24.63 | 11.00 |
| | 5 | D-13 | 23.93 | 50.83 | 25.49 | 37.00 | 5.14 | FBA-13 | 25.77 | 37.77 | 33.38 | 27.07 | 4.44 | D-12 | 22.17 | 47.22 | 31.93 | 28.64 | 11.87 |
| | 6 | D-7 | 30.81 | 35.69 | 33.54 | 28.88 | 4.71 | EPI-14 | 30.40 | 35.33 | 32.55 | 24.49 | 977.24 | EPI-14 | 22.40 | 42.36 | 32.26 | 24.49 | 9.85 |
| | 7 | FBA-13 | 30.26 | 35.53 | 32.55 | 23.85 | 1.28 | EPI-10 | 29.87 | 36.36 | 32.55 | 23.49 | 2.43 | EPI-10 | 32.84 | 43.24 | 40.16 | 19.04 | 4.91 |
| | 8 | EPI-14 | 29.52 | 35.67 | 32.84 | 25.01 | 1.96 | D-9 | 22.46 | 36.43 | 24.51 | 27.27 | 9.69 | D-10 | 21.48 | 36.28 | 33.64 | 29.41 | 20.39 |
| | 9 | EPI-10 | 31.62 | 35.23 | 33.43 | 24.09 | 1.96 | FBA-9 | 27.67 | 36.16 | 32.21 | 29.02 | 4.01 | FBA-9 | 38.65 | 43.63 | 41.72 | 7.47 | 18.07 |
| P6 R=120 m h=20 m | 1 | D-15 | 29.35 | 36.52 | 34.23 | 29.40 | 9.05 | D-14 | 24.51 | 35.99 | 33.74 | 28.80 | 10.65 | D-11 | 22.02 | 35.06 | 26.22 | 26.70 | 26.93 |
| | 2 | D-13 | 23.93 | 50.83 | 25.49 | 37.00 | 5.14 | D-8 | 22.36 | 35.25 | 24.07 | 27.39 | 6.14 | FBA-13 | 23.13 | 38.11 | 33.87 | 23.12 | 7.81 |
| | 3 | D-7 | 30.81 | 35.69 | 33.54 | 28.88 | 4.71 | FBA-13 | 25.77 | 37.77 | 33.38 | 25.04 | 3.95 | D-12 | 22.17 | 47.22 | 31.93 | 28.64 | 11.87 |
| | 4 | FBA-13 | 30.26 | 35.53 | 32.55 | 23.85 | 1.28 | EPI-14 | 30.40 | 35.33 | 32.55 | 24.49 | 977.24 | EPI-14 | 22.40 | 42.36 | 32.26 | 24.49 | 9.85 |
| | 5 | EPI-14 | 29.52 | 35.67 | 32.84 | 8.42 | 2.31 | EPI-10 | 29.87 | 36.36 | 32.55 | 10.35 | 3.52 | EPI-10 | 32.84 | 43.24 | 40.16 | 13.14 | 6.84 |
| | 6 | EPI-10 | 31.62 | 35.23 | 33.43 | 7.55 | 2.32 | D-9 | 22.46 | 36.43 | 24.51 | 27.27 | 9.69 | D-10 | 21.48 | 36.28 | 33.64 | 29.41 | 20.39 |
| | 7 | D-6 | 19.34 | 25.34 | 20.70 | 23.35 | 7.84 | FBA-9 | 27.67 | 36.16 | 32.21 | 16.60 | 6.32 | FBA-9 | 38.65 | 43.63 | 41.72 | 23.77 | 14.76 |
| | 8 | FBA-9 | 26.50 | 36.60 | 33.43 | 26.85 | 5.12 | D-14 | 24.51 | 35.99 | 33.74 | 28.80 | 10.65 | D-11 | 22.02 | 35.06 | 26.22 | 26.70 | 26.93 |
| | 9 | EPI-14 | 29.52 | 35.67 | 32.84 | 20.93 | 6.26 | D-8 | 22.36 | 35.25 | 24.07 | 27.39 | 6.14 | FBA-13 | 23.13 | 38.11 | 33.87 | 6.67 | 45.98 |
| P7 R=60 m h=30 m | 1 | D-15 | 29.35 | 36.52 | 34.23 | 29.40 | 9.05 | FBA-13 | 25.77 | 37.77 | 33.38 | 16.12 | 18.12 | D-12 | 22.17 | 47.22 | 31.93 | 28.64 | 11.87 |
| | 2 | D-13 | 23.93 | 50.83 | 25.49 | 37.00 | 5.14 | EPI-14 | 30.40 | 35.33 | 32.55 | 20.79 | 7.95 | EPI-14 | 22.40 | 42.36 | 32.26 | 23.66 | 23.34 |
| | 3 | D-7 | 30.81 | 35.69 | 33.54 | 28.88 | 4.71 | EPI-10 | 29.87 | 36.36 | 32.55 | 6.78 | 7.09 | EPI-10 | 32.84 | 43.24 | 40.16 | 2.20 | 12.09 |
| | 4 | FBA-13 | 30.26 | 35.53 | 32.55 | 11.32 | 7.35 | D-9 | 22.46 | 36.43 | 24.51 | 27.27 | 9.69 | D-10 | 21.48 | 36.28 | 33.64 | 29.41 | 20.39 |
| | 5 | EPI-14 | 29.52 | 35.67 | 32.84 | 10.41 | 6.36 | FBA-9 | 27.67 | 36.16 | 32.21 | 15.08 | 10.17 | FBA-9 | 38.65 | 43.63 | 41.72 | 17.93 | 53.59 |

Tabla D6

| CASA 69-II | | COMPONENTE T | | | | | COMPONENTE L | | | | | COMPONENTE V | | | | | | | |
|--------------------------|-------|--------------|------------------|------------------|-------------------|-----------------|------------------|--------|------------------|------------------|-------------------|-----------------|------------------|--------|------------------|------------------|-------------------|-----------------|------------------|
| Prueba | Punto | Sensor | Frecuencias (Hz) | | | | V _{max} | Sensor | Frecuencias(Hz) | | | | V _{max} | Sensor | Frecuencias(fz) | | | | V _{max} |
| | | | f _{min} | f _{max} | f _{max2} | f _{cc} | (mm/s) | | f _{min} | f _{max} | f _{max2} | f _{cc} | (mm/s) | | f _{min} | f _{max} | f _{max2} | f _{cc} | (mm/s) |
| P1 R=300 m h=20 m | 2 | D-0 | 26.8 | 54.3 | 40.0 | 36.9 | 0.5 | D-8 | 26.2 | 32.1 | 27.5 | 30.9 | 0.7 | D-10 | 26.4 | 40.7 | 30.9 | 27.8 | 1.9 |
| | 5 | D-7 | 5.5 | 39.8 | 31.6 | 32.3 | 0.1 | D-6 | 26.7 | 35.1 | 32.7 | 31.7 | 0.3 | | | | | | |
| | 8 | D-12 | 26.8 | 36.8 | 31.7 | 29.9 | 0.2 | D-11 | 26.8 | 41.1 | 31.1 | 32.1 | 0.2 | | | | | | |
| | 88** | D-15 | 35.2 | 61.0 | 50.7 | 34.5 | 0.2 | D-14 | 11.6 | 58.7 | 26.8 | 25.1 | 0.2 | | | | | | |
| P2 R=300 m h=20 m | 2 | D-8 | 26.8 | 49.6 | 39.9 | 37.9 | 0.4 | D-8 | 26.2 | 31.9 | 27.5 | 30.9 | 0.6 | D-10 | 26.3 | 40.8 | 31.0 | 31.6 | 1.7 |
| | 5 | D-7 | 26.9 | 36.6 | 31.6 | 31.6 | 0.1 | D-6 | 26.7 | 35.4 | 31.2 | 32.2 | 0.3 | | | | | | |
| | 8 | D-12 | 27.1 | 37.1 | 31.6 | 30.4 | 0.2 | D-11 | 26.8 | 41.1 | 31.2 | 32.5 | 0.2 | | | | | | |
| | 88** | D-15 | 34.7 | 59.9 | 50.9 | 36.2 | 0.2 | D-14 | 18.8 | 58.7 | 20.2 | 23.8 | 0.1 | | | | | | |
| P3 R=300 m h=20 m | 2 | D-8 | 27.0 | 45.5 | 35.8 | 36.6 | 0.5 | D-8 | 26.2 | 32.0 | 27.5 | 31.1 | 0.5 | D-10 | 27.2 | 40.4 | 31.6 | 32.7 | 2.7 |
| | 5 | D-7 | 3.9 | 36.9 | 31.8 | 34.3 | 0.1 | D-6 | 26.7 | 35.7 | 31.2 | 31.9 | 0.3 | | | | | | |
| | 8 | D-12 | 29.8 | 46.2 | 33.4 | 32.3 | 0.3 | D-11 | 27.3 | 41.1 | 31.8 | 34.8 | 0.3 | | | | | | |
| | 88** | D-15 | 33.0 | 60.9 | 36.5 | 33.3 | 0.2 | D-14 | 18.8 | 53.7 | 20.3 | 23.4 | 0.2 | | | | | | |
| P5 R=300 m h=30 m | 2 | D-8 | 27.3 | 48.4 | 36.0 | 38.7 | 0.9 | D-8 | 26.4 | 36.0 | 30.9 | 31.8 | 1.0 | D-10 | 26.9 | 40.7 | 31.5 | 32.8 | 2.9 |
| | 5 | D-7 | 30.7 | 36.8 | 33.2 | 34.7 | 0.2 | D-6 | 27.1 | 35.8 | 31.7 | 33.1 | 0.5 | | | | | | |
| | 8 | D-12 | 29.9 | 57.5 | 33.3 | 30.9 | 0.3 | D-11 | 27.2 | 42.9 | 31.8 | 34.3 | 0.3 | | | | | | |
| | 88** | D-15 | 35.4 | 52.5 | 45.9 | 36.4 | 0.3 | D-14 | 19.2 | 54.2 | 46.2 | 23.5 | 0.2 | | | | | | |
| P6 R=300 m h=30 m | 2 | D-8 | 27.4 | 48.3 | 36.0 | 38.9 | 0.9 | D-8 | 26.5 | 35.9 | 30.9 | 31.8 | 1.0 | D-10 | 27.0 | 40.4 | 31.6 | 32.7 | 2.7 |
| | 5 | D-7 | 30.7 | 36.9 | 33.2 | 32.8 | 0.2 | D-6 | 27.2 | 35.9 | 31.7 | 32.8 | 0.5 | | | | | | |
| | 8 | D-12 | 29.8 | 45.2 | 33.4 | 32.3 | 0.3 | D-11 | 27.3 | 41.1 | 31.8 | 34.8 | 0.3 | | | | | | |
| | 88** | D-15 | 35.4 | 48.1 | 46.1 | 36.0 | 0.3 | D-14 | 19.0 | 48.3 | 46.3 | 25.1 | 0.2 | | | | | | |
| P7 R=300 m h=30 m | 2 | D-8 | 27.8 | 47.5 | 35.7 | 37.7 | 0.9 | D-8 | 26.6 | 35.8 | 30.8 | 32.0 | 1.2 | D-10 | 27.0 | 37.1 | 31.5 | 32.1 | 2.8 |
| | 5 | D-7 | 30.7 | 36.7 | 33.3 | 32.9 | 0.2 | D-6 | 27.1 | 36.0 | 31.6 | 32.5 | 0.5 | | | | | | |
| | 8 | D-12 | 30.0 | 37.3 | 33.6 | 23.7 | 0.4 | D-11 | 27.2 | 36.9 | 31.8 | 33.2 | 0.3 | | | | | | |
| | 88** | D-15 | 33.0 | 48.2 | 37.4 | 36.4 | 0.3 | D-14 | 8.1 | 47.9 | 20.3 | 22.0 | 0.2 | | | | | | |
| P8 R=300 m h=30 m | 2 | D-8 | 31.9 | 47.8 | 35.7 | 37.5 | 0.9 | D-8 | 26.7 | 35.8 | 30.8 | 31.9 | 1.1 | D-10 | 27.1 | 37.3 | 31.5 | 32.2 | 2.8 |
| | 5 | D-7 | 30.7 | 36.8 | 33.3 | 33.8 | 0.2 | D-6 | 27.2 | 36.1 | 31.6 | 32.8 | 0.5 | | | | | | |
| | 8 | D-12 | 29.5 | 37.0 | 33.8 | 34.8 | 0.3 | D-11 | 27.3 | 37.0 | 31.8 | 33.5 | 0.3 | | | | | | |
| | 88** | D-15 | 32.6 | 48.3 | 44.1 | 35.6 | 0.4 | D-14 | 7.5 | 48.4 | 27.3 | 24.8 | 0.2 | | | | | | |
| P9 R=180 m h=30 m | 2 | D-8 | 30.8 | 49.8 | 32.7 | 35.1 | 1.7 | D-8 | 26.2 | 33.9 | 30.3 | 30.5 | 2.8 | D-10 | 25.7 | 34.3 | 30.3 | 29.7 | 6.8 |
| | 5 | D-7 | 30.1 | 34.2 | 32.3 | 30.4 | 0.5 | D-6 | 26.7 | 33.9 | 31.8 | 30.4 | 1.3 | | | | | | |
| | 8 | D-12 | 26.6 | 60.5 | 32.8 | 31.7 | 0.6 | D-11 | 26.4 | 34.1 | 31.5 | 31.0 | 0.7 | | | | | | |
| | 88** | D-15 | 41.1 | 50.5 | 43.1 | 36.2 | 1.0 | D-14 | 20.3 | 51.5 | 48.2 | 21.8 | 0.4 | | | | | | |
| P10 R=180 m h=30 m | 2 | D-8 | 30.8 | 45.2 | 32.6 | 33.6 | 1.8 | D-8 | 26.1 | 34.2 | 30.4 | 29.8 | 2.8 | D-10 | 25.6 | 34.5 | 29.0 | 28.9 | 6.9 |
| | 5 | D-7 | 30.2 | 34.4 | 32.3 | 30.0 | 0.5 | D-6 | 26.6 | 34.0 | 31.9 | 29.2 | 1.3 | | | | | | |
| | 8 | D-12 | 26.5 | 59.5 | 32.7 | 31.1 | 0.7 | D-11 | 26.4 | 34.2 | 31.6 | 30.7 | 0.7 | | | | | | |
| | 88** | D-15 | 31.1 | 50.3 | 43.2 | 34.5 | 1.0 | D-14 | 11.3 | 51.4 | 48.1 | 22.9 | 0.4 | | | | | | |
| P11 R=180 m h=30 m | 2 | D-8 | 26.7 | 45.2 | 32.5 | 33.7 | 1.7 | D-8 | 26.2 | 34.0 | 30.5 | 28.3 | 2.8 | D-10 | 25.5 | 34.5 | 28.9 | 29.4 | 7.3 |
| | 5 | D-7 | 30.0 | 34.3 | 32.2 | 30.1 | 0.5 | D-6 | 26.6 | 34.0 | 31.7 | 30.3 | 1.5 | | | | | | |
| | 8 | D-12 | 26.4 | 35.9 | 32.7 | 29.7 | 0.8 | D-11 | 26.3 | 34.5 | 31.6 | 30.4 | 0.7 | | | | | | |
| | 88** | D-15 | 27.8 | 50.6 | 43.4 | 35.3 | 0.9 | D-14 | 15.7 | 51.5 | 26.5 | 23.2 | 0.4 | | | | | | |
| P12 R=180 m h=30 m | 2 | D-8 | 27.1 | 46.1 | 32.8 | 34.8 | 1.8 | D-8 | 26.3 | 34.4 | 30.3 | 30.3 | 2.7 | D-10 | 25.6 | 35.4 | 28.9 | 29.5 | 6.3 |
| | 5 | D-7 | 30.1 | 34.7 | 32.4 | 30.6 | 0.5 | D-6 | 26.7 | 34.5 | 31.9 | 30.4 | 1.2 | | | | | | |
| | 8 | D-12 | 27.7 | 36.2 | 32.7 | 31.0 | 0.6 | D-11 | 26.4 | 35.5 | 31.6 | 31.6 | 0.6 | | | | | | |
| | 88** | D-15 | 40.7 | 51.5 | 48.3 | 35.5 | 1.0 | D-14 | 20.5 | 52.2 | 48.5 | 34.5 | 0.4 | | | | | | |
| P13 R=120 m h=20 m | 2 | D-8 | 24.1 | 49.2 | 27.2 | 34.3 | 1.6 | D-8 | 22.2 | 30.8 | 26.6 | 27.0 | 2.8 | D-10 | 25.2 | 29.9 | 27.5 | 27.8 | 8.1 |
| | 5 | D-7 | 23.9 | 26.0 | 24.9 | 25.3 | 0.5 | D-6 | 26.2 | 29.7 | 28.3 | 26.3 | 1.2 | | | | | | |
| | 8 | D-12 | 25.0 | 30.1 | 25.8 | 27.1 | 0.6 | D-11 | 26.0 | 29.1 | 27.6 | 27.8 | 0.6 | | | | | | |
| | 88** | D-15 | 20.0 | 26.3 | 25.3 | 22.9 | 1.4 | D-14 | 9.6 | 16.5 | 12.4 | 14.3 | 3.4 | | | | | | |
| P14 R=120 m h=20 m | 2 | D-8 | 24.1 | 32.5 | 27.2 | 32.2 | 1.6 | D-8 | 21.9 | 31.2 | 26.3 | 27.0 | 3.1 | D-10 | 25.2 | 30.0 | 27.6 | 24.0 | 8.1 |
| | 5 | D-7 | 24.1 | 26.1 | 25.1 | 24.5 | 0.5 | D-6 | 24.1 | 29.8 | 28.3 | 26.0 | 1.3 | | | | | | |
| | 8 | D-12 | 25.0 | 30.3 | 25.9 | 24.4 | 0.7 | D-11 | 26.0 | 29.2 | 27.7 | 27.0 | 0.7 | | | | | | |
| | 88** | D-15 | 17.2 | 25.7 | 18.0 | 22.3 | 1.5 | D-14 | 9.0 | 17.1 | 12.4 | 12.8 | 3.8 | | | | | | |
| P15 R=120 m h=20 m | 2 | D-8 | 24.0 | 32.8 | 27.2 | 31.5 | 1.6 | D-8 | 21.7 | 31.4 | 28.6 | 26.5 | 3.1 | D-10 | 22.3 | 31.6 | 28.0 | 24.2 | 8.3 |
| | 5 | D-7 | 19.7 | 33.0 | 25.2 | 23.5 | 0.6 | D-6 | 23.3 | 31.6 | 28.5 | 25.2 | 1.5 | | | | | | |
| | 8 | D-12 | 23.0 | 33.0 | 26.0 | 25.3 | 0.7 | D-11 | 23.4 | 31.6 | 27.7 | 26.4 | 0.7 | | | | | | |
| | 88** | D-15 | 16.8 | 27.6 | 18.2 | 23.3 | 1.7 | D-14 | 7.7 | 29.1 | 9.5 | 14.5 | 2.6 | | | | | | |
| P16 R=120 m h=20 m | 2 | D-8 | 26.2 | 40.3 | 27.4 | 32.8 | 1.1 | D-8 | 23.1 | 30.8 | 26.5 | 27.9 | 1.9 | D-10 | 26.3 | 31.2 | 28.3 | 29.4 | 7.5 |
| | 5 | D-7 | 24.3 | 33.0 | 29.5 | 25.9 | 0.4 | D-6 | 26.3 | 30.7 | 28.8 | 27.0 | 0.8 | | | | | | |
| | 8 | D-12 | 25.7 | 33.7 | 32.2 | 32.1 | 0.3 | D-11 | 25.1 | 49.5 | 26.5 | 27.2 | 0.5 | | | | | | |
| | 88** | D-15 | 32.5 | 36.2 | 34.4 | 1.8 | 28.2 | D-14 | 17.5 | 48.1 | 36.3 | 29.2 | 1.2 | | | | | | |
| P17 R=120 m h=30 m | 2 | D-8 | 24.3 | 49.8 | 31.8 | 34.2 | 2.6 | D-8 | 22.9 | 32.1 | 28.9 | 26.4 | 3.9 | D-10 | 24.6 | 32.2 | 28.5 | 23.8 | 9.6 |
| | 5 | D-7 | 24.2 | 33.3 | 31.3 | 27.4 | 0.9 | D-6 | 27.0 | 31.5 | 28.7 | 27.2 | 2.0 | | | | | | |
| | 8 | D-12 | 27.9 | 55.6 | 32.2 | 31.8 | 1.4 | D-11 | 26.3 | 31.9 | 28.0 | 28.8 | 1.1 | | | | | | |
| | 88** | D-15 | 17.9 | 54.0 | 38.6 | 33.3 | 2.8 | D-14 | 15.2 | 52.0 | 48.2 | 17.3 | 1.2 | | | | | | |
| P18 R=120 m h=30 m | 2 | D-8 | 24.5 | 49.8 | 31.8 | 32.8 | 2.4 | D-8 | 22.9 | 32.2 | 29.0 | 27.5 | 3.5 | D-10 | 26.3 | 31.3 | 28.9 | 24.1 | 9.6 |
| | 5 | D-7 | 30.0 | 32.9 | 31.4 | 27.3 | 0.8 | D-6 | 27.1 | 31.7 | 28.9 | 27.5 | 1.8 | | | | | | |
| | 8 | D-12 | 29.7 | 33.7 | 32.2 | 32.1 | 1.1 | D-11 | 26.4 | 32.1 | 28.2 | 29.2 | 0.9 | | | | | | |
| | 88** | D-15 | 19.0 | 43.3 | 38.5 | 33.7 | 2.6 | D-14 | 19.4 | 51.7 | 48.1 | 33.8 | 1.1 | | | | | | |
| P19 R=120 m h=30 m | 2 | D-8 | 24.9 | 49.6 | 31.8 | 34.5 | 2.7 | D-8 | 23.1 | 32.3 | 29.0 | 26.3 | 3.8 | D-10 | 26.9 | 31.4 | 29.2 | 24.0 | 9.9 |
| | 5 | D-7 | 30.1 | 32.9 | 31.4 | 27.3 | 0.9 | D-6 | 27.2 | 31.8 | 29.0 | 27.6 | 1.9 | | | | | | |
| | 8 | D-12 | 30.2 | 44.7 | 32.4 | 25.3 | 1.3 | D-11 | 26.6 | 32.4 | 30.8 | 29.9 | 1.1 | | | | | | |
| | 88** | D-15 | 18.8 | 44.0 | 38.6 | 33.7 | 3.1 | D-14 | 21.1 | 51.3 | 42.2 | 39.6 | 1.2 | | | | | | |
| P20 R=120 m h=30 m | 2 | D-8 | 25.3 | 49.8 | 31.9 | 33.5 | 2.8 | D-8 | 23.1 | 32.4 | 29.2 | 27.1 | 3.6 | D-10 | 27.2 | 31.4 | 29.4 | 24.3 | 9.4 |
| | 5 | D-7 | 30.2 | 33.1 | 31.5 | 27.5 | 0.8 | D-6 | 27.3 | 32.1 | 29.1 | 27.7 | 1.7 | | | | | | |
| | 8 | D-12 | 30.4 | 45.4 | 32.3 | 30.8 | 0.9 | D-11 | 26.8 | 32.5 | 30.9 | 30.4 | 1.0 | | | | | | |
| | 88** | D-15 | 18.8 | 47.8 | 38.6 | 34.4 | 2.8 | D-14 | 18.8 | 50.5 | 42.2 | 36.1 | 1.3 | | | | | | |

* Punto 88 R=240 m ** Punto 88 R=120 m ***Punto 88 R=60 m

TESIS CON

Tabla D7

| CASA 70 | | COMPONENTE T | | | | | COMPONENTE L | | | | | COMPONENTE V | | | | | | | |
|------------------------|-------------------------|--------------|------------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|--------|------------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|--------|------------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|
| Prueba | Punt | Sensor | Frecuencias (Hz) | | | | V _{max} (mm/s) | Sensor | Frecuencias(Hz) | | | | V _{max} (mm/s) | Sensor | Frecuencias(Hz) | | | | V _{max} (mm/s) |
| | | | f _{min} | f _{max} | f _{vmax} | f _{sc} | | | f _{min} | f _{max} | f _{vmax} | f _{sc} | | | f _{min} | f _{max} | f _{vmax} | f _{sc} | |
| P1 R=240 m h=30m | 1 | D-15 | 36.87 | 38.92 | 37.89 | 33.63 | 0.93 | D-14 | 20.02 | 49.46 | 21.97 | 31.65 | 2.52 | D-11 | 19.53 | 25.20 | 21.63 | 27.89 | 5.36 |
| | 2 | D-13 | 15.67 | 52.64 | 48.10 | 14.33 | 1.04 | D-8 | 12.60 | 50.54 | 47.27 | 11.49 | 1.13 | FBA-13 | 19.23 | 43.33 | 21.23 | 22.17 | 3.02 |
| | 4 | D-7 | 15.72 | 39.26 | 38.04 | 5.80 | 0.55 | FBA-13 | 21.42 | 43.33 | 42.16 | 12.39 | 1.19 | D-12 | 19.73 | 51.42 | 21.34 | 31.97 | 4.41 |
| | 5 | FBA-13 | 15.52 | 17.42 | 15.96 | 12.53 | 0.56 | EPI-14 | 11.27 | 23.96 | 13.08 | 11.53 | 1.05 | EPI-14 | 19.76 | 42.99 | 21.33 | 22.91 | 2.67 |
| | 6 | EPI-14 | 15.57 | 16.45 | 16.01 | 9.99 | 0.46 | FBA-10 | 20.12 | 56.25 | 23.83 | 17.88 | 1.12 | D-10 | 20.41 | 44.14 | 41.75 | 29.66 | 5.27 |
| | 7 | FBA-10 | | | | | | D-9 | | | | | | EPI-9 | | | | | |
| | 8 | D-8 | 18.16 | 50.05 | 41.41 | 34.58 | 0.85 | D-14 | 21.19 | 49.76 | 22.51 | 32.83 | 2.40 | D-11 | 20.17 | 25.39 | 21.24 | 29.21 | 4.87 |
| | 9 | EPI-9 | | | | | | D-8 | 21.63 | 50.29 | 47.85 | 34.13 | 0.87 | FBA-13 | 19.47 | 43.38 | 21.28 | 25.27 | 3.14 |
| | P2 R=240 m h=30m | 1 | D-15 | 17.38 | 49.22 | 37.89 | 14.44 | 1.62 | FBA-13 | 21.18 | 41.92 | 23.57 | 26.42 | 0.88 | D-12 | 19.92 | 50.73 | 20.56 | 33.94 |
| 2 | | D-13 | 16.16 | 48.78 | 18.75 | 14.78 | 2.68 | EPI-14 | 21.03 | 25.72 | 22.50 | 23.02 | 0.54 | EPI-14 | 19.26 | 42.80 | 21.18 | 25.18 | 3.10 |
| 4 | | D-7 | 13.18 | 38.57 | 18.02 | 12.84 | 1.38 | FBA-10 | 22.59 | 42.99 | 41.38 | 15.48 | 0.74 | FBA-10 | 37.82 | 44.21 | 41.24 | 24.11 | 2.78 |
| 5 | | FBA-13 | 11.22 | 19.52 | 16.79 | 10.95 | 1.48 | D-9 | 22.51 | 54.93 | 23.14 | 23.43 | 0.90 | D-10 | 20.36 | 44.43 | 41.75 | 31.24 | 4.78 |
| 6 | | EPI-14 | 7.71 | 23.42 | 13.32 | 9.32 | 1.30 | EPI-9 | 39.92 | 42.75 | 41.19 | 13.45 | 1.62 | EPI-9 | 20.06 | 42.65 | 39.43 | 20.46 | 2.93 |
| 7 | | FBA-10 | 11.71 | 44.90 | 42.07 | 13.10 | 1.46 | D-14 | 21.87 | 53.03 | 46.44 | 33.81 | 2.00 | D-11 | 20.17 | 44.29 | 24.56 | 29.49 | 4.01 |
| 8 | | D-8 | 18.02 | 38.09 | 26.32 | 13.90 | 1.41 | FBA-13 | 22.06 | 42.50 | 25.72 | 7.19 | 1.00 | FBA-13 | 19.37 | 43.77 | 41.92 | 23.48 | 2.27 |
| 9 | | EPI-9 | 33.04 | 42.41 | 40.85 | 27.06 | 0.93 | EPI-14 | 4.29 | 23.52 | 6.00 | 6.92 | 0.88 | D-12 | 20.26 | 53.95 | 47.70 | 33.80 | 3.41 |
| P3 R=240 m h=20m | | 1 | D-15 | 9.47 | 49.61 | 48.58 | 9.36 | 1.48 | D-8 | 8.59 | 50.63 | 48.29 | 7.19 | 0.94 | EPI-14 | 19.86 | 43.48 | 39.33 | 24.16 |
| | 2 | D-13 | 9.42 | 53.76 | 48.63 | 12.17 | 1.92 | FBA-10 | 4.25 | 43.24 | 36.70 | 3.86 | 0.94 | FBA-10 | 36.99 | 44.31 | 41.24 | 20.08 | 2.07 |
| | 4 | D-7 | 7.03 | 11.33 | 9.77 | 9.94 | 1.44 | D-9 | 4.29 | 54.59 | 52.05 | 38.24 | 0.87 | D-10 | 21.19 | 51.81 | 42.24 | 31.46 | 4.28 |
| | 5 | FBA-13 | 7.86 | 13.37 | 9.66 | 10.76 | 1.41 | EPI-9 | 38.11 | 43.58 | 41.14 | 11.52 | 1.34 | EPI-9 | 38.06 | 41.53 | 40.26 | 24.70 | 2.75 |
| | 6 | EPI-14 | 7.47 | 10.83 | 9.86 | 10.43 | 1.25 | D-14 | 20.95 | 52.54 | 46.53 | 31.38 | 3.57 | D-11 | 19.99 | 25.83 | 22.95 | 27.58 | 9.18 |
| | 7 | FBA-10 | 7.95 | 44.60 | 9.86 | 11.17 | 1.47 | FBA-13 | 22.11 | 43.58 | 24.74 | 15.29 | 2.21 | FBA-13 | 18.01 | 43.58 | 40.31 | 22.26 | 4.93 |
| | 8 | D-8 | 6.98 | 50.34 | 25.83 | 9.24 | 1.34 | EPI-9 | 23.39 | 24.80 | 24.07 | 18.51 | 1.78 | D-12 | 19.82 | 52.78 | 21.00 | 31.83 | 8.75 |
| | 9 | EPI-9 | 31.18 | 43.14 | 33.04 | 11.64 | 1.16 | D-9 | 39.87 | 42.75 | 41.33 | 35.82 | 1.17 | EPI-14 | 19.23 | 42.94 | 20.84 | 25.68 | 5.98 |
| | P4 R=120 m h=30m | 1 | D-15 | 18.85 | 38.82 | 37.60 | 30.68 | 1.31 | FBA-10 | 22.11 | 43.58 | 24.74 | 15.29 | 2.21 | FBA-10 | 37.09 | 43.77 | 40.55 | 24.05 |
| 2 | | D-13 | 18.46 | 52.59 | 18.99 | 16.19 | 1.50 | D-9 | 23.39 | 24.80 | 24.07 | 18.51 | 1.78 | D-10 | 20.31 | 43.02 | 41.41 | 29.78 | 8.55 |
| 4 | | D-7 | 14.79 | 38.96 | 37.70 | 14.99 | 0.95 | EPI-9 | 39.87 | 42.75 | 41.33 | 35.82 | 1.17 | EPI-9 | 19.91 | 42.46 | 39.48 | 24.26 | 6.02 |
| 5 | | FBA-13 | 15.37 | 23.86 | 19.18 | 15.24 | 0.82 | D-14 | 15.92 | 48.88 | 19.78 | 31.20 | 3.03 | D-11 | 18.99 | 25.83 | 22.95 | 27.58 | 9.18 |
| 6 | | EPI-14 | 11.37 | 25.72 | 24.16 | 15.08 | 0.77 | FBA-13 | 11.32 | 29.57 | 26.94 | 14.06 | 2.81 | FBA-13 | 18.01 | 43.58 | 40.31 | 22.26 | 4.93 |
| 7 | | FBA-10 | 38.06 | 44.21 | 41.24 | 14.21 | 1.25 | EPI-14 | 11.32 | 23.86 | 16.10 | 13.13 | 2.05 | D-12 | 19.53 | 52.44 | 47.36 | 30.06 | 6.25 |
| 8 | | D-8 | 23.83 | 36.53 | 34.42 | 34.53 | 1.36 | FBA-10 | 14.93 | 42.50 | 23.42 | 13.55 | 3.25 | EPI-14 | 19.42 | 42.94 | 40.06 | 23.85 | 5.48 |
| 9 | | EPI-9 | 31.43 | 42.11 | 36.70 | 29.43 | 1.58 | D-9 | 22.85 | 51.22 | 23.78 | 14.04 | 2.06 | FBA-10 | 37.04 | 43.68 | 40.36 | 23.13 | 6.20 |
| P5 R=120 m h=30m | | 1 | D-15 | 23.05 | 38.28 | 23.78 | 12.81 | 1.45 | EPI-9 | 38.26 | 43.53 | 41.09 | 16.22 | 1.61 | EPI-9 | 38.55 | 41.63 | 40.21 | 23.58 |
| | 2 | D-13 | 12.89 | 51.71 | 18.90 | 13.85 | 2.04 | D-14 | 5.52 | 23.14 | 21.00 | 13.13 | 3.35 | D-11 | 19.99 | 25.83 | 22.95 | 27.58 | 9.18 |
| | 4 | D-7 | 13.72 | 38.43 | 15.23 | 14.62 | 1.42 | D-8 | 11.33 | 49.51 | 19.73 | 13.70 | 2.27 | FBA-13 | 18.01 | 43.58 | 40.31 | 22.26 | 4.93 |
| | 5 | FBA-13 | 12.10 | 24.94 | 15.03 | 15.37 | 1.33 | FBA-13 | 11.32 | 29.57 | 26.94 | 14.06 | 2.81 | D-12 | 19.53 | 52.44 | 47.36 | 30.06 | 6.25 |
| | 6 | EPI-14 | 12.15 | 25.47 | 23.81 | 14.92 | 1.06 | EPI-14 | 11.32 | 23.86 | 16.10 | 13.13 | 2.05 | EPI-14 | 19.42 | 42.94 | 40.06 | 23.85 | 5.48 |
| | 7 | FBA-10 | 12.10 | 44.36 | 41.24 | 15.06 | 1.91 | FBA-10 | 14.93 | 42.50 | 23.42 | 13.55 | 3.25 | FBA-10 | 37.04 | 43.68 | 40.36 | 23.13 | 6.20 |
| | 8 | D-8 | 23.29 | 24.95 | 24.07 | 16.56 | 1.27 | D-9 | 22.85 | 51.22 | 23.78 | 14.04 | 2.06 | D-10 | 20.38 | 43.21 | 41.11 | 29.12 | 7.95 |
| | 9 | EPI-9 | 11.27 | 42.85 | 35.43 | 12.98 | 2.02 | EPI-9 | 38.26 | 43.53 | 41.09 | 16.22 | 1.61 | EPI-9 | 38.55 | 41.63 | 40.21 | 23.58 | 5.61 |
| | P6 R=120 m h=20 m | 1 | D-15 | 10.11 | 38.09 | 32.86 | 10.92 | 1.49 | D-14 | 20.21 | 21.97 | 21.19 | 32.73 | 5.43 | D-11 | 19.63 | 24.22 | 21.73 | 26.68 |
| 2 | | D-13 | 12.50 | 20.31 | 13.23 | 14.58 | 2.20 | D-8 | 11.82 | 13.18 | 12.55 | 11.95 | 2.63 | FBA-13 | 18.45 | 38.55 | 20.35 | 21.96 | 3.94 |
| 4 | | D-7 | 12.45 | 14.70 | 13.92 | 11.31 | 1.58 | FBA-13 | 11.76 | 13.13 | 12.49 | 12.25 | 3.12 | D-12 | 19.87 | 39.65 | 25.15 | 28.35 | 4.69 |
| 5 | | FBA-13 | 12.10 | 14.49 | 12.98 | 14.25 | 1.63 | EPI-14 | 11.71 | 13.13 | 12.49 | 11.44 | 2.79 | EPI-14 | 4.68 | 40.55 | 24.94 | 22.76 | 3.53 |
| 6 | | EPI-14 | 12.10 | 14.64 | 13.32 | 11.14 | 1.21 | FBA-10 | 11.61 | 13.13 | 12.44 | 12.08 | 4.18 | FBA-10 | 17.37 | 43.92 | 40.41 | 22.64 | 6.50 |
| 7 | | FBA-10 | 12.25 | 14.69 | 13.13 | 14.56 | 2.11 | D-9 | 18.80 | 24.02 | 23.29 | 15.28 | 3.14 | D-10 | 17.23 | 43.80 | 21.00 | 27.20 | 6.15 |
| 8 | | D-8 | 12.30 | 34.28 | 26.37 | 16.84 | 1.48 | EPI-9 | 12.15 | 43.43 | 40.55 | 14.38 | 2.25 | EPI-9 | 20.64 | 41.53 | 40.11 | 23.68 | 5.71 |
| 9 | | EPI-9 | 11.52 | 41.38 | 12.44 | 12.10 | 3.62 | D-14 | 20.21 | 21.97 | 21.19 | 32.73 | 5.43 | D-11 | 19.63 | 24.22 | 21.73 | 26.68 | 20.52 |
| P7 R=30 m h=30 m | | 1 | D-15 | 19.78 | 38.13 | 30.81 | 31.77 | 2.56 | D-8 | 20.12 | 48.49 | 21.19 | 15.12 | 3.91 | FBA-13 | 18.69 | 43.09 | 41.19 | 22.33 |
| | 2 | D-13 | 19.97 | 51.12 | 20.75 | 36.01 | 2.39 | FBA-13 | 19.08 | 23.18 | 21.13 | 15.11 | 4.85 | D-12 | 19.29 | 49.71 | 21.34 | 29.67 | 15.98 |
| | 4 | D-7 | 14.11 | 41.85 | 36.38 | 32.23 | 1.60 | EPI-14 | 20.35 | 22.20 | 21.28 | 13.66 | 3.99 | EPI-14 | 19.37 | 43.19 | 41.04 | 23.58 | 11.15 |
| | 5 | FBA-13 | 12.20 | 43.29 | 35.92 | 9.76 | 1.31 | FBA-10 | 20.40 | 42.90 | 41.14 | 13.60 | 5.54 | FBA-10 | 35.53 | 43.77 | 40.55 | 21.70 | 9.06 |
| | 6 | EPI-14 | 11.81 | 43.04 | 40.06 | 8.02 | 1.50 | D-9 | 20.90 | 24.61 | 21.73 | 20.61 | 6.65 | D-10 | 20.26 | 42.87 | 40.97 | 28.70 | 20.07 |
| | 7 | FBA-10 | 35.04 | 44.65 | 41.53 | 36.76 | 2.09 | EPI-9 | 38.06 | 43.38 | 40.55 | 25.15 | 2.12 | D-10 | 20.98 | 41.43 | 38.60 | 24.47 | 14.40 |
| | 8 | D-8 | 28.56 | 38.48 | 37.11 | 32.75 | 2.60 | D-14 | 10.79 | 12.40 | 11.47 | 11.96 | 21.70 | D-11 | 4.59 | 14.21 | 5.27 | 8.23 | 24.45 |
| | 9 | EPI-9 | 18.84 | 41.63 | 20.35 | 16.01 | 5.70 | FBA-13 | 10.78 | 13.13 | 11.71 | 11.57 | 23.69 | FBA-13 | 4.59 | 22.50 | 41.19 | 7.34 | 14.43 |
| | P8 R=60 m h=20 m | 1 | D-15 | 8.45 | 15.19 | 11.28 | 9.66 | 6.90 | D-8 | 6.45 | 12.45 | 11.57 | 11.23 | 18.92 | D-11 | 4.59 | 14.21 | 5.27 | 8.23 |
| 2 | | D-13 | 11.91 | 14.45 | 13.18 | 12.13 | 9.39 | FBA-13 | 10.78 | 13.13 | 11.71 | 11.57 | 23.69 | FBA-13 | 4.59 | 22.50 | 41.19 | 7.34 | 14.43 |
| 4 | | D-7 | 8.40 | 14.79 | 9.08 | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla D7 Continuación

| CASA 70 | | COMPONENTE T | | | | COMPONENTE L | | | | COMPONENTE V | | | | | | | | |
|-------------------------|------|--------------|------------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|--------|------------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------------|-------|
| Prueba | Punt | Sensor | Frecuencias(Hz) | | | | V _{max} (mm/s) | Sensor | Frecuencias(Hz) | | | | V _{max} (mm/s) | | | | | |
| | | | f _{min} | f _{max} | f _{max2} | f _{sc} | | | f _{min} | f _{max} | f _{max2} | f _{sc} | | f _{min} | f _{max} | f _{max2} | f _{sc} | |
| P9 R=25 m h=30 m | 1 | D-15 | 36.98 | 51.71 | 38.92 | 35.86 | 8.11 | D-14 | 10.50 | 17.72 | 16.21 | 10.03 | 22.38 | | | | | |
| | 2 | D-13 | 14.31 | 44.87 | 17.09 | 16.69 | 9.97 | | | | | | | | | | | |
| | 4 | D-7 | 13.13 | 39.89 | 33.89 | 14.95 | 4.16 | D-8 | 9.77 | 17.72 | 11.28 | 9.63 | 19.91 | D-11 | 14.70 | 22.17 | 17.19 | 23.12 |
| | 5 | FBA-13 | 11.22 | 19.81 | 16.25 | 14.38 | 5.84 | FBA-13 | 10.39 | 18.45 | 16.54 | 9.59 | 22.98 | FBA-13 | 15.76 | 41.72 | 18.64 | 18.29 |
| | 6 | | | | | | | | | | | | | D-12 | 31.10 | 46.73 | 42.48 | 28.82 |
| | 6 | EPI-14 | 15.71 | 43.19 | 23.28 | 17.25 | 2.68 | EPI-14 | 9.96 | 17.62 | 11.32 | 10.04 | 21.06 | EPI-14 | 16.45 | 43.24 | 41.14 | 20.15 |
| | 7 | FBA-10 | 35.43 | 44.46 | 41.24 | 15.29 | 5.43 | FBA-10 | 10.44 | 41.33 | 11.47 | 10.03 | 22.87 | FBA-10 | 15.71 | 43.48 | 41.38 | 13.63 |
| | 8 | D-8 | 16.65 | 49.12 | 39.55 | 9.08 | 9.90 | D-9 | 15.33 | 50.05 | 17.24 | 11.90 | 27.33 | D-10 | 32.37 | 44.92 | 40.19 | 31.57 |
| | 9 | EPI-9 | 16.30 | 32.84 | 17.32 | 12.19 | 17.60 | EPI-9 | 28.74 | 43.14 | 40.99 | 8.94 | 9.44 | EPI-9 | 16.84 | 40.99 | 39.19 | 18.71 |
| P10 R=25 m h=20 m | 1 | D-15 | 9.13 | 18.99 | 15.62 | 12.31 | 26.39 | D-14 | 9.52 | 20.51 | 10.55 | 13.08 | 34.09 | | | | | |
| | 2 | D-13 | 12.16 | 15.72 | 13.77 | 13.23 | 26.96 | | | | | | | | | | | |
| | 4 | D-7 | 8.84 | 18.99 | 15.43 | 13.05 | 26.87 | D-8 | 9.28 | 11.87 | 10.50 | 11.37 | 31.17 | D-11 | 8.98 | 34.67 | 19.78 | 21.12 |
| | 5 | FBA-13 | 11.32 | 15.91 | 14.01 | 12.09 | 20.04 | FBA-13 | 9.47 | 12.15 | 10.78 | 12.23 | 35.83 | FBA-13 | 16.54 | 41.82 | 18.30 | 15.98 |
| | 6 | | | | | | | | | | | | | D-12 | 18.85 | 47.80 | 41.21 | 27.92 |
| | 6 | EPI-14 | 8.64 | 17.32 | 13.96 | 12.32 | 18.13 | EPI-14 | 9.32 | 12.05 | 10.69 | 10.82 | 27.61 | EPI-14 | 9.27 | 43.29 | 39.72 | 7.93 |
| | 7 | FBA-10 | 11.22 | 15.81 | 13.42 | 12.24 | 17.43 | FBA-10 | 9.52 | 12.20 | 10.78 | 10.98 | 21.26 | FBA-10 | 16.10 | 41.82 | 17.76 | 8.88 |
| | 8 | D-8 | 9.42 | 22.61 | 13.67 | 13.98 | 32.78 | D-9 | 10.30 | 49.27 | 46.09 | 7.27 | 24.21 | D-10 | 18.99 | 45.61 | 39.84 | 31.88 |
| | 9 | EPI-9 | 9.56 | 20.45 | 12.69 | 8.95 | 24.35 | EPI-9 | 10.93 | 17.91 | 12.20 | 12.46 | 15.93 | EPI-9 | 17.03 | 41.58 | 19.28 | 18.33 |

Tabla A7.26

| CASA 72 | | COMPONENTE T | | | | COMPONENTE L | | | | COMPONENTE V | | | | | | | | |
|--------------------------|-------|--------------|------------------|------------------|-------------------|-----------------|-----------------------------|--------|------------------|------------------|-------------------|-----------------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------------|------|
| Prueba | Punto | Sensor | Frecuencias(Hz) | | | | V _{max} (m/m/s) | Sensor | Frecuencias(Hz) | | | | V _{max} (m/m/s) | | | | | |
| | | | f _{min} | f _{max} | f _{max2} | f _{sc} | | | f _{min} | f _{max} | f _{max2} | f _{sc} | | f _{min} | f _{max} | f _{max2} | f _{sc} | |
| P1 R=300 m h=20 m | 8 | D-12 | 22.6 | 51.3 | 34.1 | 30.2 | 0.2 | D-11 | | | | | | D-10 | 25.3 | 60.1 | 33.0 | 33.3 |
| | 88° | D-15 | 20.1 | 56.1 | 31.1 | 33.1 | 0.2 | D-14 | | | | | | D-13 | 23.1 | 44.0 | 31.1 | 31.1 |
| P2 R=300 m h=20 m | 8 | D-12 | 22.7 | 52.0 | 49.5 | 36.1 | 0.2 | D-11 | 31.8 | 39.9 | 37.6 | 32.2 | 2.1 | D-10 | 24.8 | 60.3 | 35.2 | 31.1 |
| | 88° | D-15 | 11.6 | 58.4 | 23.7 | 35.6 | 0.2 | D-14 | 24.8 | 51.8 | 33.2 | 31.3 | 1.3 | D-13 | 22.4 | 48.1 | 30.9 | 31.8 |
| P3 R=300 m h=20 m | 8 | D-12 | 22.8 | 51.9 | 49.8 | 39.4 | 0.2 | D-11 | 23.0 | 48.0 | 37.5 | 31.0 | 1.8 | D-10 | 23.1 | 61.9 | 30.6 | 28.0 |
| | 88° | D-15 | 19.9 | 56.8 | 51.1 | 32.4 | 0.2 | D-14 | 24.5 | 52.5 | 26.2 | 34.2 | 1.1 | D-13 | 21.3 | 55.8 | 28.7 | 29.4 |
| P4 R=300 m h=30 m | 8 | D-12 | 22.8 | 51.7 | 48.6 | 35.0 | 0.2 | D-11 | 31.4 | 47.0 | 37.7 | 32.4 | 2.1 | D-10 | 23.9 | 52.9 | 30.7 | 31.3 |
| | 88° | D-15 | 9.5 | 56.1 | 54.0 | 7.1 | 0.2 | D-14 | 24.7 | 51.4 | 26.2 | 31.2 | 1.3 | D-13 | 22.2 | 48.9 | 28.8 | 31.6 |
| P5 R=300 m h=30 m | 8 | D-12 | 45.6 | 51.4 | 48.2 | 41.2 | 0.3 | D-11 | 33.6 | 47.9 | 37.8 | 35.9 | 2.7 | D-10 | 33.8 | 56.0 | 47.2 | 35.3 |
| | 88° | D-15 | 31.2 | 56.2 | 49.9 | 41.3 | 0.3 | D-14 | 31.9 | 52.6 | 49.5 | 37.7 | 1.7 | D-13 | 38.4 | 51.2 | 43.0 | 37.9 |
| P6 R=300 m h=30 m | 8 | D-12 | 45.7 | 51.2 | 48.3 | 40.1 | 0.3 | D-11 | 33.7 | 47.9 | 37.8 | 36.4 | 2.3 | D-10 | 33.5 | 56.0 | 47.4 | 38.3 |
| | 88° | D-15 | 30.5 | 56.4 | 49.9 | 39.5 | 0.3 | D-14 | 31.8 | 52.5 | 49.5 | 38.1 | 1.7 | D-13 | 38.4 | 50.2 | 43.0 | 38.0 |
| P7 R=300 m h=30 m | 8 | D-12 | 45.6 | 51.0 | 48.3 | 39.5 | 0.3 | D-11 | 33.8 | 47.8 | 37.8 | 35.9 | 2.9 | D-10 | 29.6 | 54.9 | 47.3 | 38.7 |
| | 88° | D-15 | 30.2 | 55.7 | 49.9 | 35.5 | 0.3 | D-14 | 25.5 | 52.1 | 49.3 | 35.4 | 2.0 | D-13 | 33.6 | 49.2 | 42.8 | 34.9 |
| P8 R=300 m h=30 m | 8 | D-12 | 45.6 | 50.9 | 48.3 | 40.1 | 0.3 | D-11 | 34.7 | 47.9 | 37.8 | 36.5 | 2.5 | D-10 | 31.5 | 55.0 | 47.4 | 37.4 |
| | 88° | D-15 | 30.4 | 55.6 | 50.2 | 39.2 | 0.3 | D-14 | 31.5 | 52.2 | 49.5 | 35.8 | 1.7 | D-13 | 33.7 | 50.0 | 43.0 | 37.8 |
| P9 R=180 m h=30 m | 8 | D-12 | 29.7 | 51.3 | 48.6 | 36.8 | 0.4 | D-11 | 32.1 | 39.9 | 37.1 | 33.3 | 4.5 | D-10 | 25.7 | 51.1 | 36.8 | 35.3 |
| | 88° | D-15 | 19.6 | 54.8 | 35.3 | 36.0 | 0.6 | D-14 | 24.6 | 50.0 | 32.5 | 33.1 | 4.4 | D-13 | 27.9 | 47.7 | 37.4 | 29.9 |
| P10 R=180 m h=30 m | 8 | D-12 | 30.3 | 51.2 | 48.5 | 40.3 | 0.3 | D-11 | 32.6 | 45.8 | 37.1 | 34.1 | 3.4 | D-10 | 28.1 | 60.0 | 38.8 | 35.5 |
| | 88° | D-15 | 21.5 | 53.7 | 31.7 | 23.4 | 0.8 | D-14 | 27.1 | 50.8 | 33.1 | 34.0 | 3.2 | D-13 | 26.7 | 47.9 | 37.6 | 33.6 |
| P11 R=180 m h=30 m | 8 | D-12 | 32.8 | 51.0 | 48.2 | 40.2 | 0.4 | D-11 | 32.1 | 40.0 | 37.1 | 33.7 | 5.2 | D-10 | 27.7 | 51.2 | 38.6 | 35.7 |
| | 88° | D-15 | 21.8 | 53.4 | 34.2 | 36.9 | 0.7 | D-14 | 26.7 | 49.6 | 33.1 | 34.0 | 4.2 | D-13 | 27.8 | 47.0 | 37.5 | 29.5 |
| P12 R=180 m h=30 m | 8 | D-12 | 45.5 | 50.9 | 48.1 | 39.6 | 0.4 | D-11 | 31.8 | 46.2 | 37.3 | 34.0 | 3.8 | D-10 | 28.0 | 51.6 | 48.0 | 36.4 |
| | 88° | D-15 | 25.3 | 53.5 | 32.7 | 32.6 | 0.6 | D-14 | 26.7 | 50.4 | 32.6 | 33.4 | 3.6 | D-13 | 27.5 | 47.6 | 37.5 | 26.6 |
| P13 R=120 m h=20 m | 8 | D-12 | 16.9 | 39.1 | 30.3 | 26.7 | 0.6 | D-11 | 30.8 | 39.1 | 36.5 | 30.6 | 5.3 | D-10 | 21.5 | 38.8 | 28.6 | 30.1 |
| | 88° | D-15 | 16.0 | 48.7 | 23.6 | 18.2 | 2.4 | D-14 | 21.3 | 39.8 | 27.5 | 28.1 | 7.5 | D-13 | 18.0 | 48.5 | 35.9 | 25.5 |
| P14 R=120 m h=20 m | 8 | D-12 | 16.7 | 51.1 | 17.8 | 35.7 | 0.4 | D-11 | 31.3 | 39.4 | 36.6 | 31.4 | 4.5 | D-10 | 21.5 | 48.2 | 28.8 | 32.3 |
| | 88° | D-15 | 17.0 | 40.1 | 23.6 | 17.3 | 2.5 | D-14 | 21.5 | 48.3 | 26.0 | 27.8 | 5.4 | D-13 | 23.4 | 50.4 | 40.1 | 2.5 |
| P15 R=120 m h=20 m | 8 | D-12 | 12.2 | 47.5 | 17.9 | 9.5 | 0.6 | D-11 | 24.2 | 38.6 | 36.4 | 28.5 | 4.2 | D-10 | 14.6 | 58.6 | 33.9 | 23.1 |
| | 88° | D-15 | 11.0 | 33.6 | 18.2 | 11.9 | 4.2 | D-14 | 13.4 | 36.3 | 26.9 | 29.4 | 5.7 | D-13 | 5.2 | 57.2 | 40.1 | 30.4 |
| P16 R=120 m h=20 m | 8 | D-12 | 12.3 | 46.9 | 46.7 | 11.1 | 0.4 | D-11 | 30.6 | 38.8 | 36.4 | 30.9 | 2.3 | D-10 | 26.1 | 37.8 | 34.2 | 30.0 |
| | 88° | D-15 | 11.0 | 34.7 | 18.0 | 11.6 | 2.2 | D-14 | 13.1 | 39.9 | 34.3 | 30.1 | 3.0 | D-13 | 17.5 | 43.7 | 35.9 | 27.4 |
| P17 R=120 m h=30 m | 8 | D-12 | 42.3 | 50.9 | 47.0 | 39.0 | 0.8 | D-11 | 31.6 | 39.9 | 37.0 | 32.8 | 6.9 | D-10 | 26.8 | 54.5 | 34.1 | 34.8 |
| | 88° | D-15 | 21.4 | 51.0 | 28.2 | 20.1 | 2.7 | D-14 | 24.2 | 49.9 | 31.7 | 32.3 | 7.3 | D-13 | 27.0 | 52.9 | 41.2 | 24 |
| P19 R=120 m h=30 m | 8 | D-12 | 45.7 | 50.7 | 48.6 | 41.2 | 0.8 | D-11 | 31.4 | 40.3 | 37.0 | 32.8 | 6.5 | D-10 | 27.3 | 55.3 | 47.8 | 35.9 |
| | 88° | D-15 | 23.4 | 55.9 | 48.9 | 34.0 | 2.4 | D-14 | 25.4 | 51.9 | 32.2 | 35.2 | 6.0 | D-13 | 26.8 | 53.6 | 41.1 | 2.5 |
| P20 R=120 m h=30 m | 8 | D-12 | 43.3 | 50.9 | 48.7 | 41.0 | 0.8 | D-11 | 31.3 | 40.2 | 37.0 | 32.3 | 7.0 | D-10 | 27.1 | 54.5 | 47.6 | 35.3 |
| | 88° | D-15 | 23.0 | 52.0 | 25.6 | 26.6 | 2.8 | D-14 | 25.7 | 51.7 | 47.3 | 35.2 | 6.9 | D-13 | 26.4 | 51.6 | 41.0 | 2.5 |

* Punto 88 R=240 m ** Punto 88 R=120 m ***Punto 88 R=60 m

Apéndice E

Tablas de frecuencias de vibración(pruebas de vibración ambiental)

Tabla E1 Intervalos de frecuencias de vibración de la casa 67, identificadas con los registros de vibración ambiental

| Componente | Intervalo | techo/piso | | techo/terreno | |
|------------|-----------|-------------|-------------|---------------|------------|
| | | Prueba | | Prueba | |
| | | VA00 | VA12 | VA00 | VA12 |
| L | 1 | 12.8* | 11.2-11.5* | 12.7 | 11.2 |
| | 2 | 22.6-24* | 20.4-23.1* | 23.2-24.4* | 20-23* |
| | 3 | 31.8-43.2* | 33-42.7* | 30.4-35.8 | 36.3* |
| T | 1 | 11.7-13.9 | 11.2 | 11.6-12.5 | 11.23 |
| | 2 | 22.3-24.2** | 19.7-22.4** | 21.8-24.2 | 19.8-23* |
| | 3 | 30.3-41.6* | 29.9-38* | | 27.3-37.8* |

* Componente acoplado con el movimiento de traslación horizontal

** Componente acoplado con el movimiento de traslación horizontal y torsión

Tabla E2 Intervalos de frecuencias de vibración de la casa 66, identificadas con los registros de vibración ambiental

| Componente | Intervalo | techo/piso | | | techo/terreno | | |
|------------|-----------|-------------|------------|-------------|---------------|------------|------------|
| | | Prueba | | | Prueba | | |
| | | VA00 | VA12 | VA16 | VA00 | VA12 | VA16 |
| L | 1 | 14.4-18.5 | 14.3-17.6 | 13.7-15.8 | 9.7-14 | 9.7-14 | 9.7-14 |
| | 2 | 24.2-30.2* | 24.8-27.3* | 24.1-29.5 | 23.9-32.1* | 26-32.2* | 25.3-33.9* |
| | 3 | 39.3* | 37.2-40.7* | 37.7-38.6* | 38.9-40* | 37.2-40.7* | 37.7-38.6* |
| T | 1 | 11.6-13.1 | 11.7-13.3 | 12.3-13 | 11.6-13.1 | 11.7-13.3 | 12.3-13 |
| | 2 | 21.3-23.7** | 19-21.5** | 19.5-20.6** | | | |
| | 3 | 27.6-30.8* | 27.6-30.1* | 29.9-31.3 | 27.6-30.8* | 27.6-30.1* | 29.9-31.3* |
| | 4 | 38.8-40* | 37.3-47.7* | 36.9-42* | 39.2-40* | 36.7-41.9* | 36.8-41.6* |

* Componente acoplado con el movimiento de traslación horizontal

** Componente acoplado con el movimiento de traslación horizontal y torsión

Tabla E3 Intervalos de frecuencias de vibración de la casa 7, identificadas con los registros de vibración ambiental

| Componente | Intervalo | techo/piso | | | techo/terreno | | |
|------------|-----------|--------------|------------|-------------|---------------|------------|------------|
| | | Prueba | | | Prueba | | |
| | | VA00 | VA11 | VA13 | VA00 | VA11 | VA13 |
| L | 1 | 12.2-18.6 | 12.7-17.7 | 11.9-15.7 | 14.7-16.2* | 16.7-19.7* | 12.3-18.7* |
| | 2 | 29.5-39.3* | 29.2-38.2* | 25.6-37.6* | 29.5-34.8* | 29.1-34.8* | 29.2-34.7* |
| T | 1 | 14.7-19.4 | 16.2-18.4 | 16.4-18.6 | 14.9-17.7* | 15.4-19.2* | 14.8-19.4* |
| | 2 | 18.2-18.88** | 18.3-22** | 16.9-17.2** | | | |
| | 3 | 24.4-36.9* | 28.6-34.9* | 27.9-35.2* | 29.4-34.8* | 29.2-34.8* | 29.9-36.6* |

* Componente acoplado con el movimiento de traslación horizontal

** Componente acoplado con el movimiento de traslación horizontal y torsión

Tabla E4 Intervalos de frecuencias de vibración de la casa 11, identificadas con los registros de vibración ambiental

| Componente | Intervalo | techo/piso | | techo/terreno | |
|------------|-----------|-------------|-------------|---------------|------------|
| | | Prueba | | Prueba | |
| | | VA00 | VA11 | VA00 | VA11 |
| L | 1 | 9.2-13.9 | 9.5-11.5 | 12.3-13.3 | |
| | 2 | 20.5-25.9* | 20-34.7 | 17.3-25.8* | 17.6-25.6* |
| | 3 | 32.6-41* | 41.9-44.7 | 35.6-41.1* | 32.8-42.3* |
| T | 1 | 10.6-13.2 | 12.2-15.5 | 11.3-15.5 | 12.2-15.5 |
| | 2 | 17.5-19.5** | 17.6-19.5** | | |
| | 3 | 19.5-28.1* | 23.4-31.8* | 19.2-28.1* | 23.4-31.8* |
| | 4 | 32.1-41.1* | 32.7-42.3* | 32.1-40.5* | 32.7-42.3* |

* Componente acoplado con el movimiento de traslación horizontal

** Componente acoplado con el movimiento de traslación horizontal y torsión

Tabla E5 Intervalos de frecuencias de vibración de la casa 69 (primera etapa), identificadas con los registros de vibración ambiental

| Componente | Intervalo | techo/piso | | techo/terreno | |
|------------|-----------|-------------|-------------|---------------|------------|
| | | Prueba | | Prueba | |
| | | VA00 | VA11 | VA00 | VA11 |
| L | 1 | 12.2-13.9 | 10.6-14.2* | 12.2-13.9 | 10.6-14.2* |
| | 2 | 24-36.7* | 24.5-34.8* | 24.1-36.7* | 24.6-36.7* |
| | 3 | 42.5-47* | 39.5-43.1* | | |
| T | 1 | 11.5-12.2 | 12.8-14.2 | 11.5-12.2 | 12.7-14.2* |
| | 2 | 18.8-20.5** | 18.5-20.7** | | |
| | 3 | 28-36.7* | 27.1-36.5* | 28-36.7* | 27.1-34.2* |
| | 4 | 41.2-47* | 38.8-44.5* | | |

* Componente acoplado con el movimiento de traslación horizontal

** Componente acoplado con el movimiento de traslación horizontal y torsión

Tabla E6 Intervalos de frecuencias de vibración de la casa 69 (segunda etapa), identificadas con los registros de vibración ambiental

| Componente | Intervalo | techo/piso | | techo/terreno | |
|------------|-----------|------------|-------------|---------------|------------|
| | | Prueba | | Prueba | |
| | | VA00 | VA11 | VA00 | VA11 |
| L | 1 | 12.4-13.7* | 10.6-14.2* | 12.4-15.2* | 13.3-15.7* |
| | 2 | 24.9-28.9* | 24.5-34.8* | 23.9-26.8 | 24.4-26.4 |
| | 3 | 34.7-35.5* | 39.5-43.1* | 34.7-35.5 | 33.6-34.7 |
| T | 1 | 12.3-17.1* | 12.8-14.29* | 12.3-15.6* | 13.4-16.9* |
| | 2 | 28.2-33.5 | 27.1-36.5* | 28.9-33.8 | 28.1-33.5 |
| | 3 | 39.9-42.9* | 38.8-44.5* | 40.6-41.8 | 38.6-42.2 |

* Componente acoplado con el movimiento de traslación horizontal

Tabla E7 Intervalos de frecuencias de vibración de la casa 70, identificadas con los registros de vibración ambiental

| Componente | Intervalo | techo/piso | | techo/terreno | |
|------------|-----------|-------------|-------------|---------------|------------|
| | | Prueba | | Prueba | |
| | | VA00 | VA11 | VA00 | VA11 |
| L | 1 | 13-13.6 | 11.6-13.5 | 12.5-13 | 11.4-13.4 |
| | 2 | 23.8-25.2 | 22.6-25.3* | 23.3-27.8* | 22.8-24.1* |
| | 3 | 31.9-33.8* | 32.2-35* | 32-39.1* | 32.4-35.2* |
| T | 1 | 10.3-12.9 | 9.8-13.2 | 10.2-12.4 | 11.1-12.9 |
| | 2 | 18.2-20.7** | 15.9-18.7** | | |
| | 3 | | 22.3-25.3* | 23.8-25.2* | 22-25.1* |
| | 4 | 31.9* | 32.2-35.9* | 32.2* | 32.2-33.1* |

* Componente acoplado con el movimiento de traslación horizontal

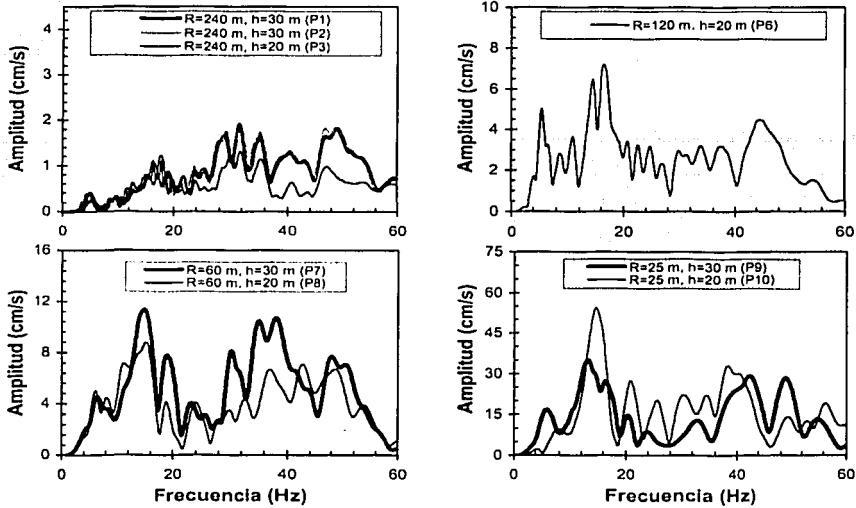
** Componente acoplado con el movimiento de traslación horizontal y torsió

Apéndice F

Espectros de Fourier y funciones de transferencia

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

COMPONENTE V



COMPONENTE T

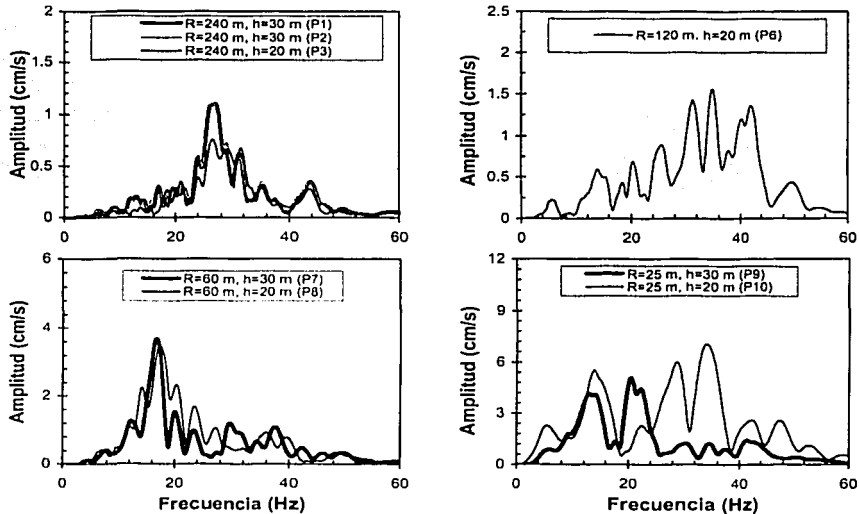
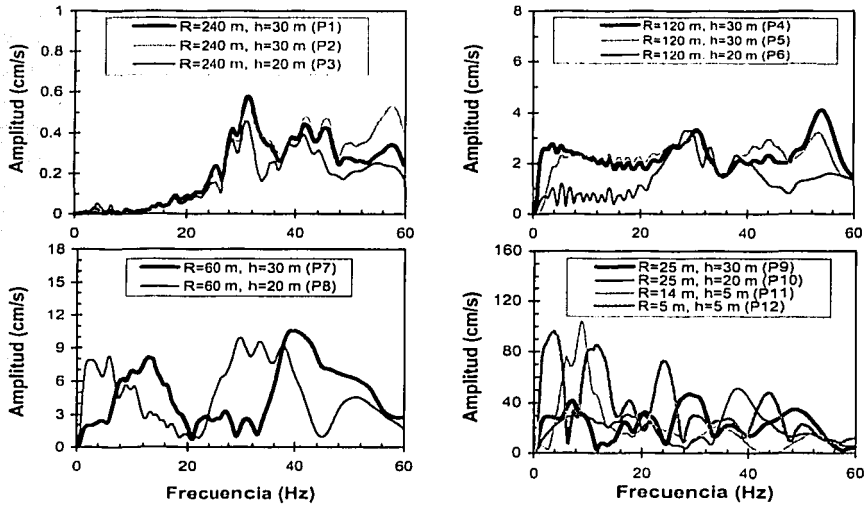


Fig F1 Comparación de algunos espectros de Fourier de la casa 67 calculados de los registros del terreno (punto 8) para los componentes V y horizontal de mayor amplitud (L o T). Se indica el número de prueba, la distancia y la profundidad de la detonación

COMPONENTE V



COMPONENTE T

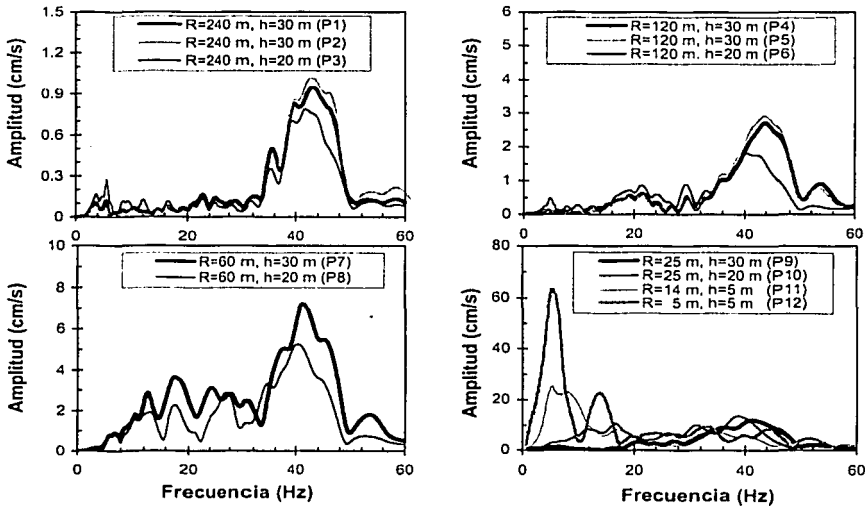
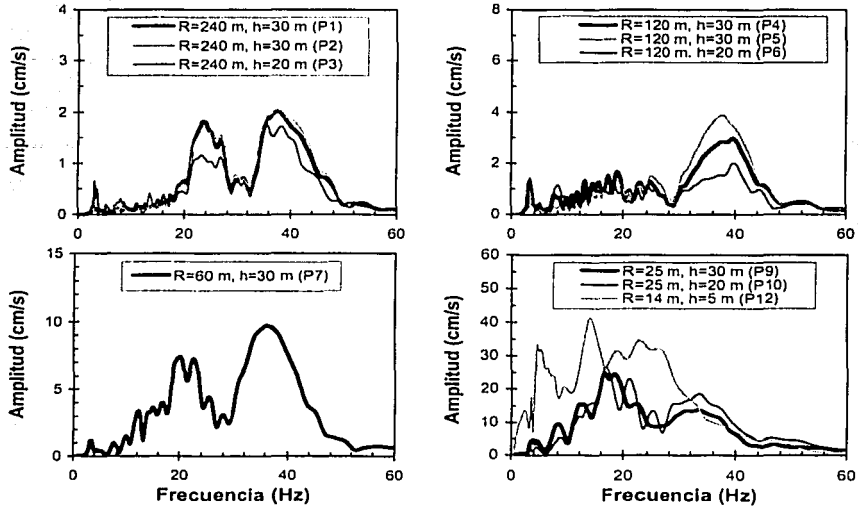


Fig F2 Comparación de algunos espectros de Fourier de la casa 66 calculados de los registros del terreno (punto 8) para los componentes V y horizontal de mayor amplitud (L o T). Se indica el número de prueba, la distancia y la profundidad de la detonación

COMPONENTE V



COMPONENTE L

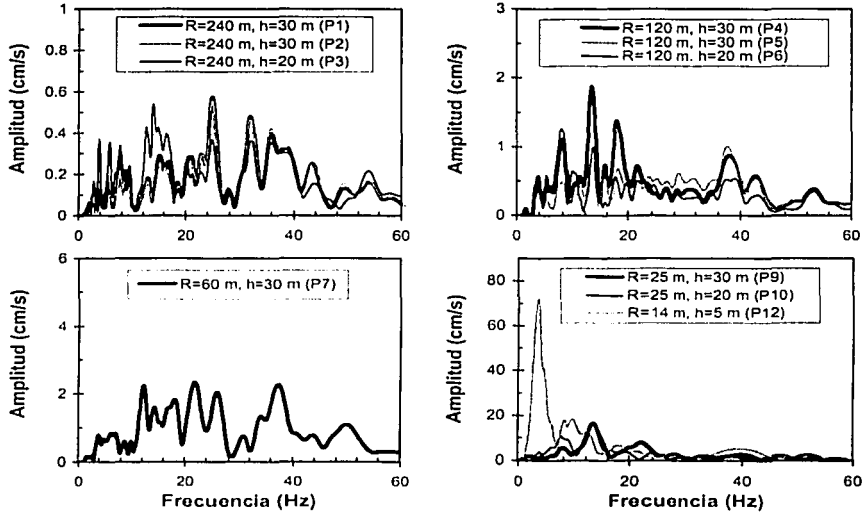
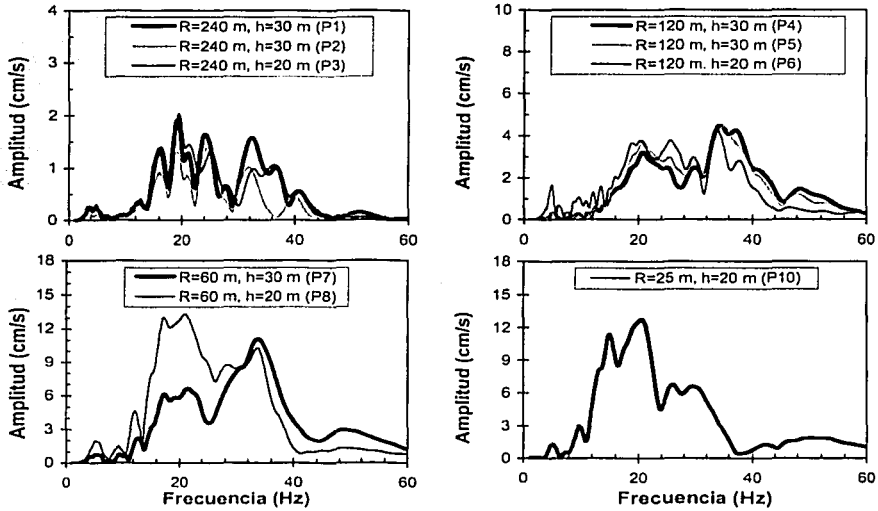


Fig F3 Comparación de algunos espectros de Fourier de la casa 7 calculados de los registros del terreno (punto 8) para los componentes V y horizontal de mayor amplitud (L o T). Se indica el número de prueba, la distancia y la profundidad de la detonación

COMPONENTE V



COMPONENTE L

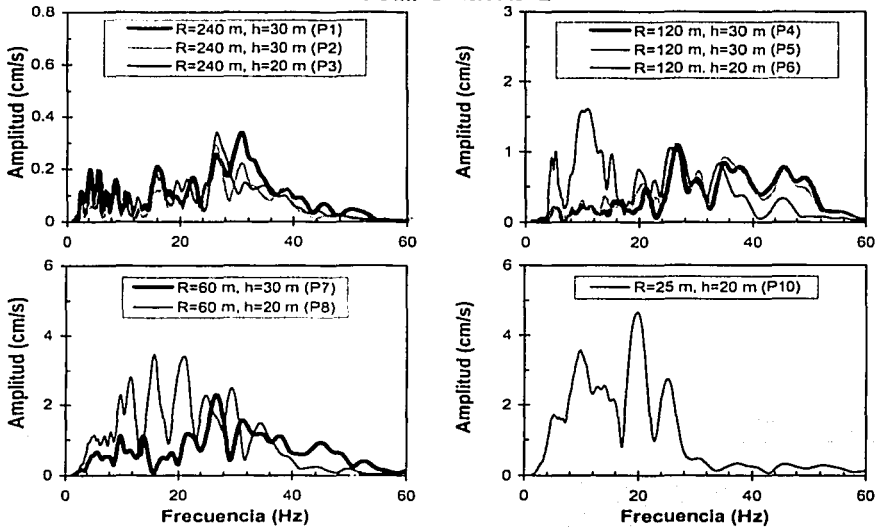
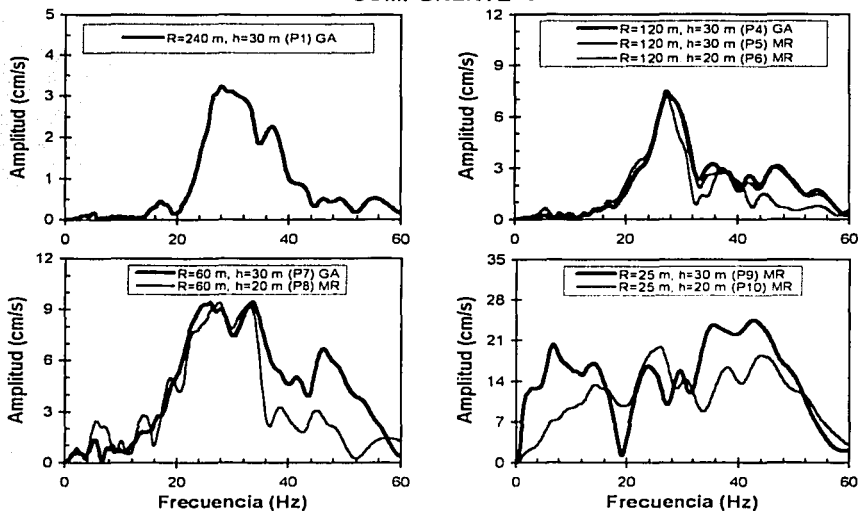


Fig F4 Comparación de algunos espectros de Fourier de la casa 11 calculados de los registros del terreno (punto 8) para los componentes V y horizontal de mayor amplitud (L o T). Se indica el número de prueba, la distancia y la profundidad de la detonación

COMPONENTE V



COMPONENTE L

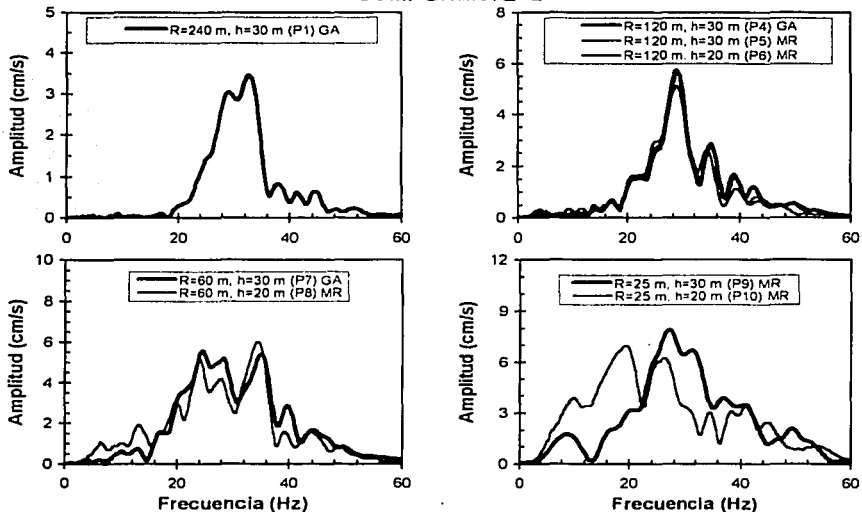


Fig F5 Comparación de algunos espectros de Fourier de la casa 69(1a etapa) calculados con los registros del terreno (punto 8) para los componentes V y horizontal de mayor amplitud (L o T). Se indica el número de prueba, la distancia y el tipo de relleno

COMPONENTE L

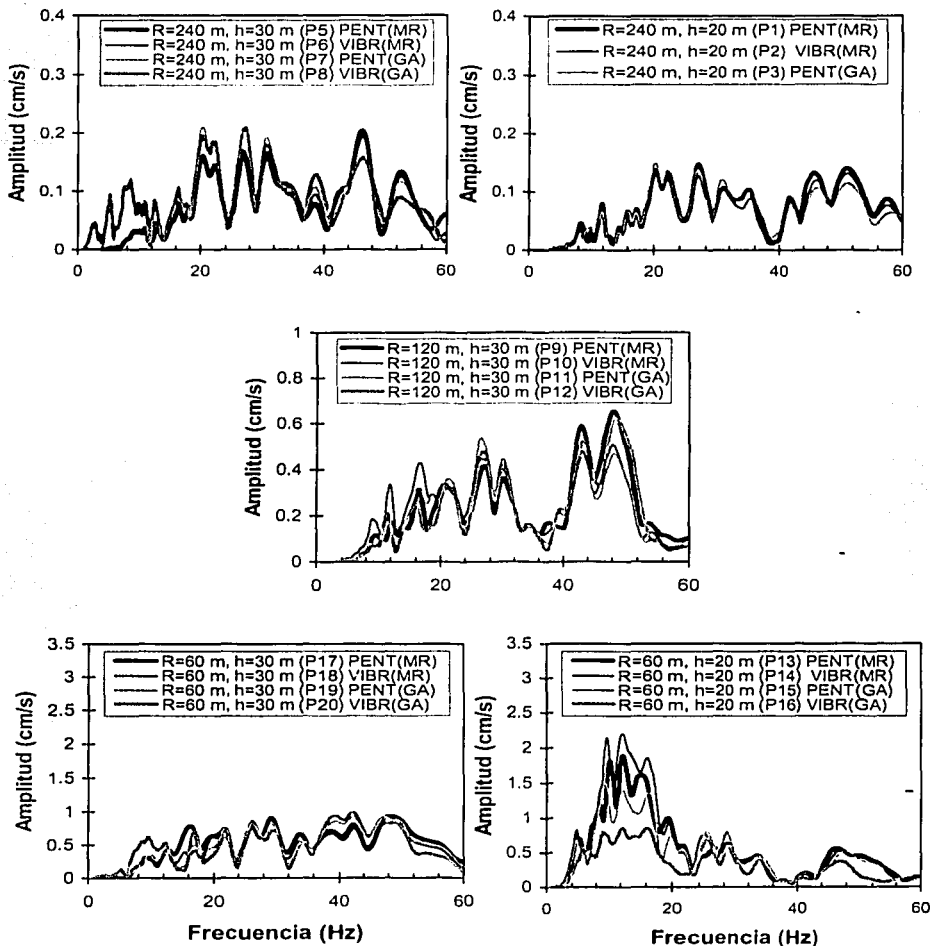


Fig F6 Comparación de algunos espectros de Fourier de la casa 69 (2ª etapa) calculados con los registros del terreno (punto 8) para el componente L. Se indica el número de prueba, la distancia y el tipo de relleno

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

COMPONENTE V

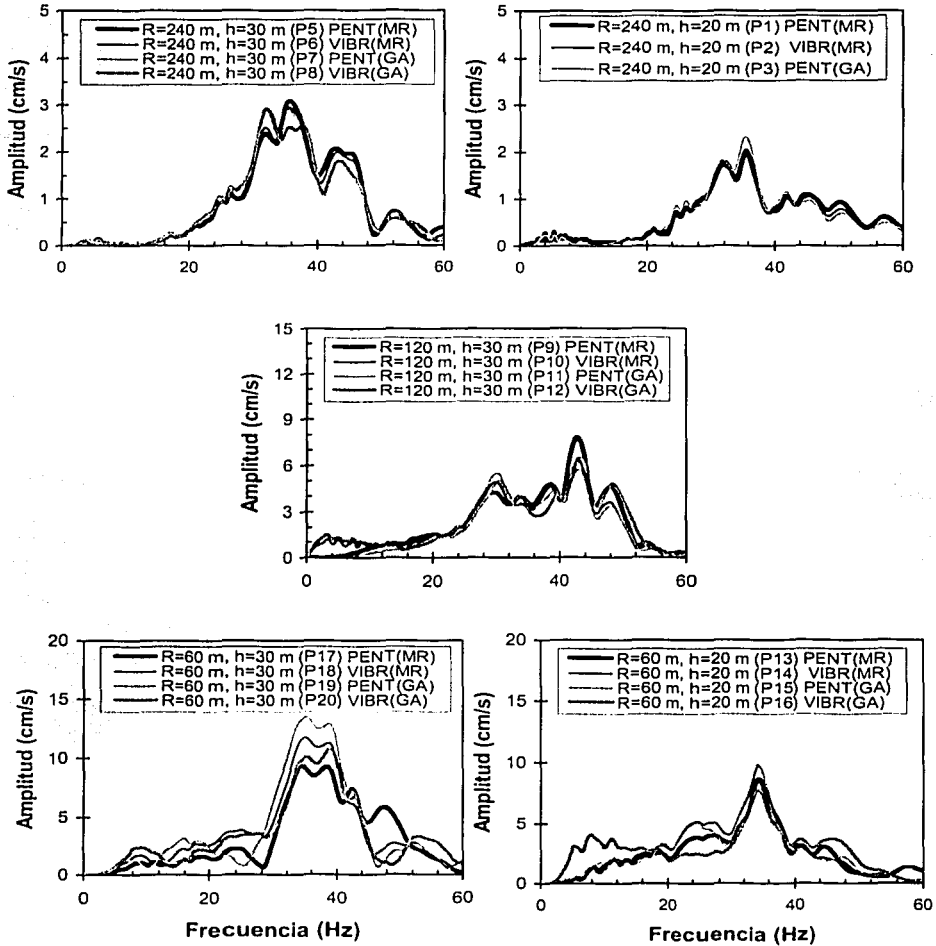
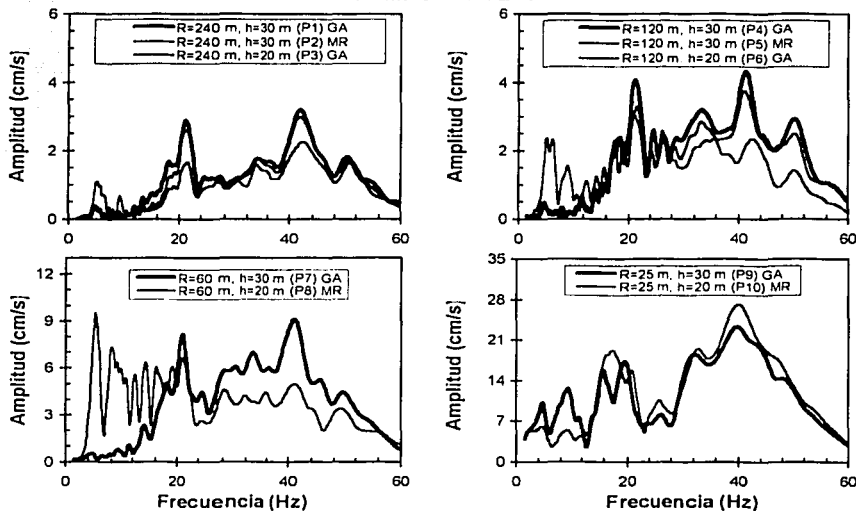


Fig F7 Comparación de algunos espectros de Fourier de la casa 69 (2ª etapa) calculados con los registros del terreno (punto 8) para el componente V. Se indica el número de prueba, la distancia y el tipo de relleno

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

COMPONENTE V



COMPONENTE L

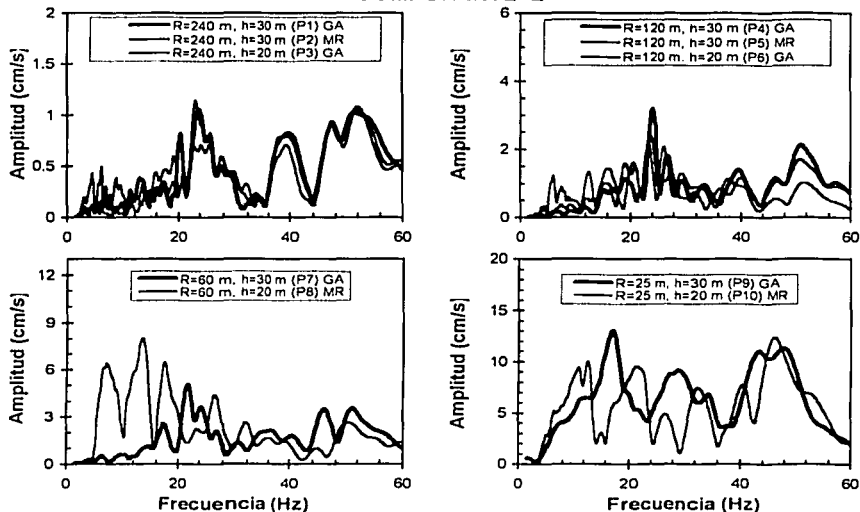


Fig F8 Comparación de algunos espectros de Fourier de la casa 70 calculados con los registros del terreno (punto 8) para los componentes V y horizontal de mayor amplitud (L o T). Se indica el número de prueba, la distancia y el tipo de relleno

COMPONENTE V

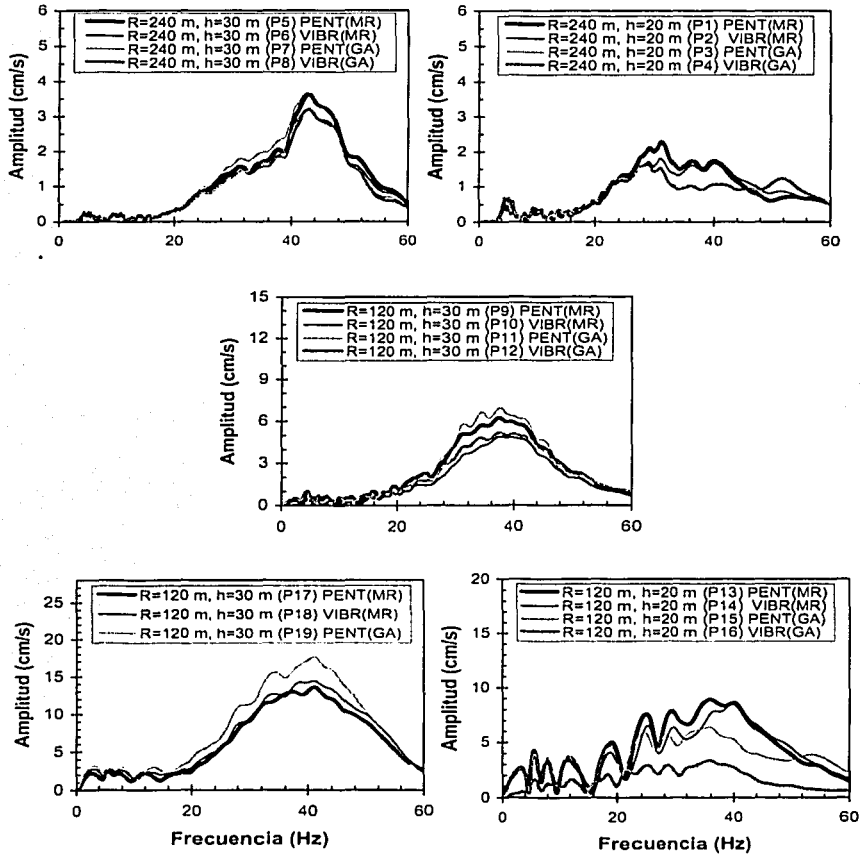


Fig F9 Comparación de algunos espectros de Fourier de la casa 72 calculados con los registros del terreno (punto 8) para el componente V. Se indica el número de prueba, la distancia y el tipo de relleno

COMPONENTE L

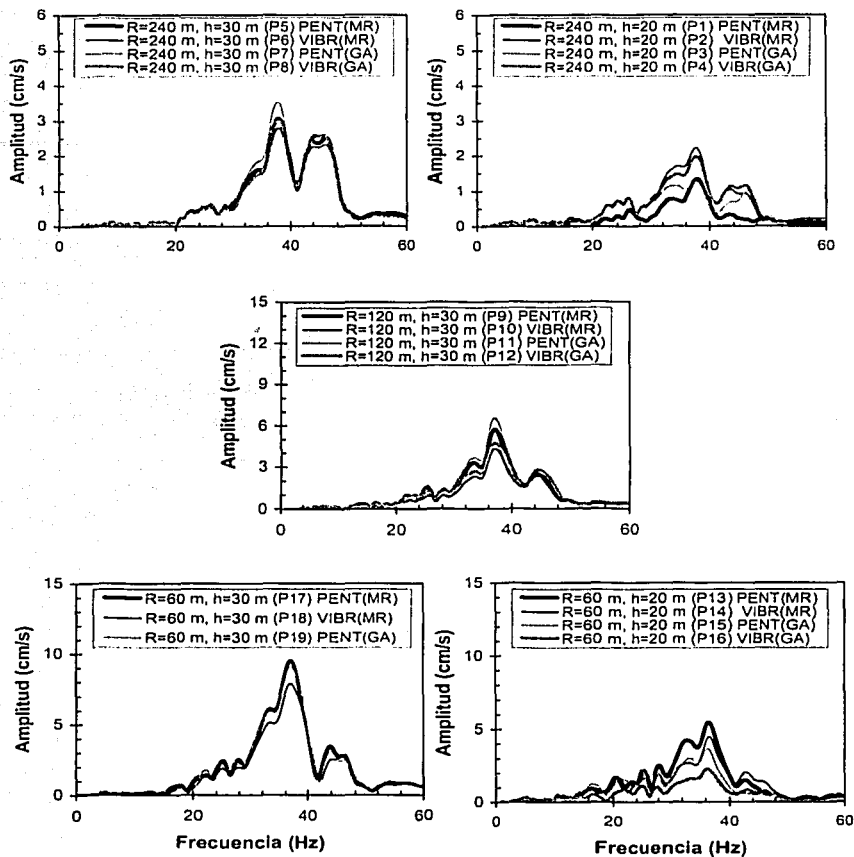


Fig F10 Comparación de algunos espectros de Fourier de la casa 72 calculados con los registros del terreno (punto 8) para el componente horizontal de mayor amplitud (T o L). Se indica el número de prueba, la distancia y el tipo de relleno

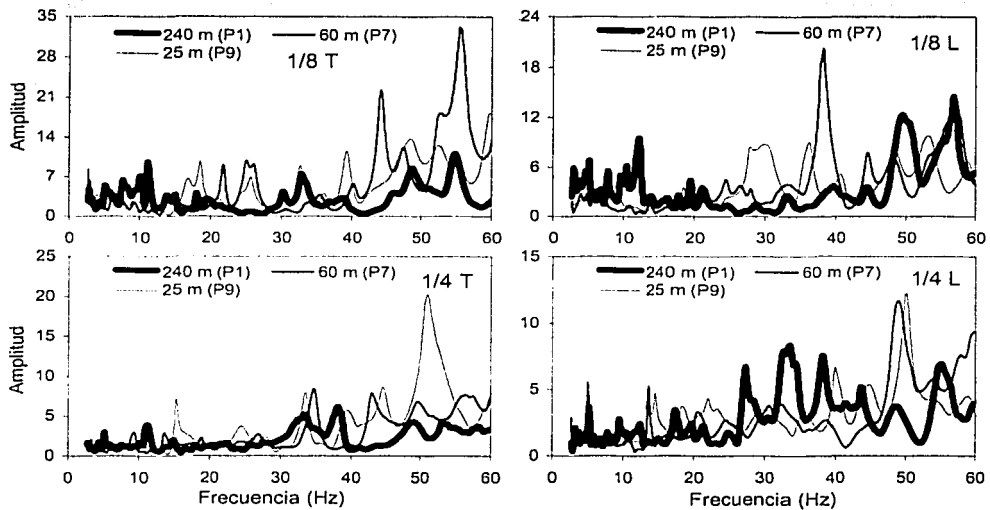


Fig F11 Funciones de transferencia de la casa 67

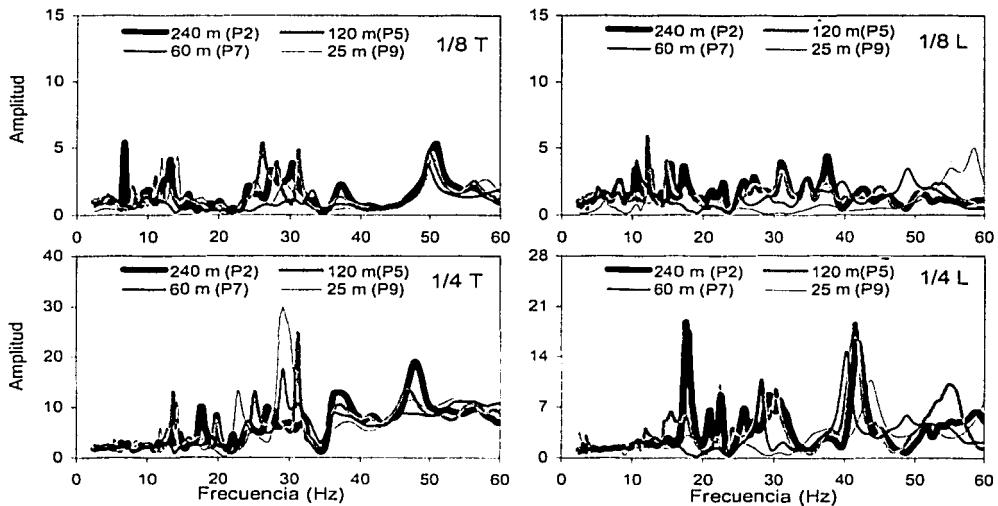


Fig F12 Funciones de transferencia de la casa 66

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

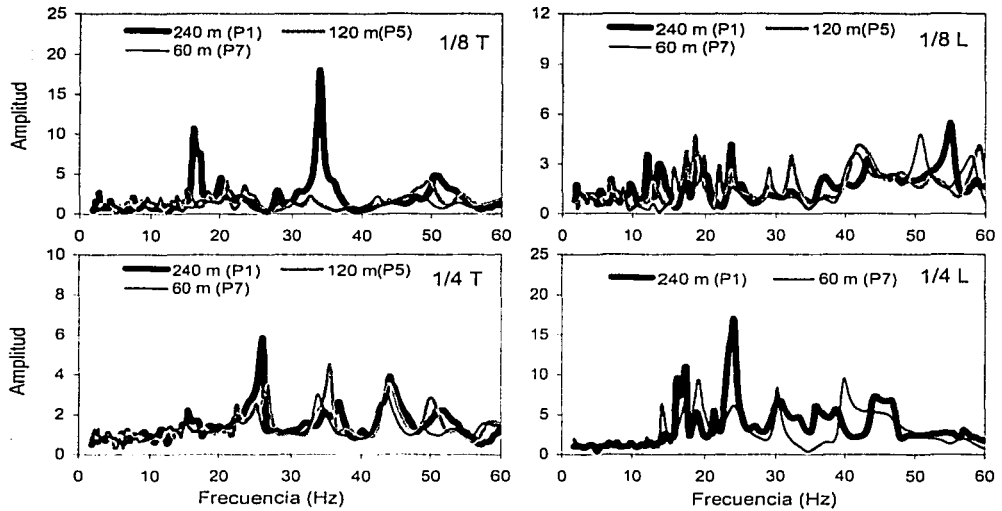


Fig F13 Funciones de trasferencia de la casa 11

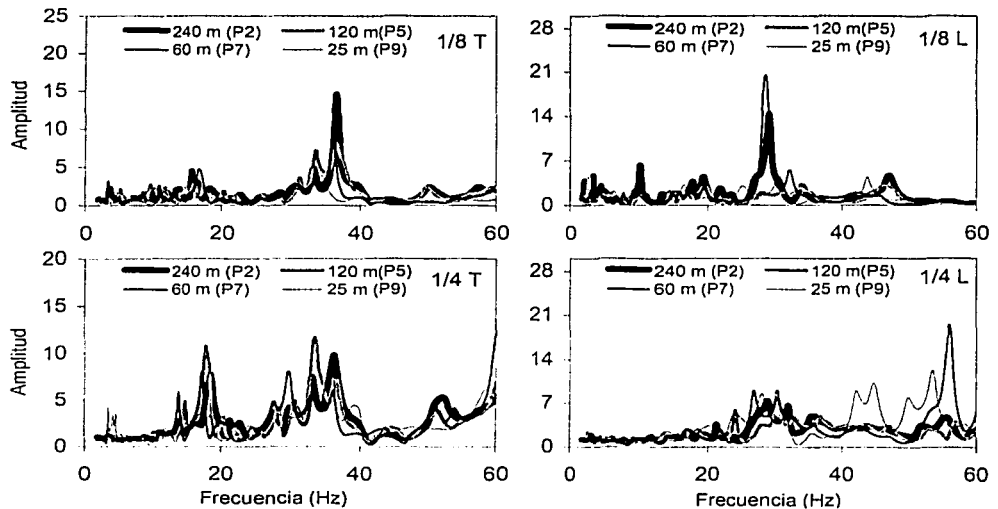


Fig F14 Funciones de trasferencia de la casa 7

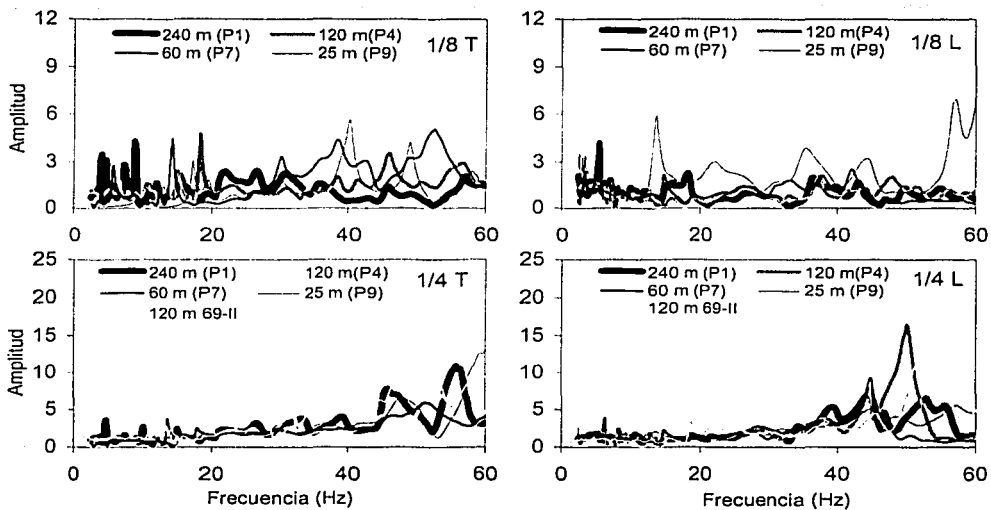


Fig F15 Funciones de trasferencia de la casa 69-I

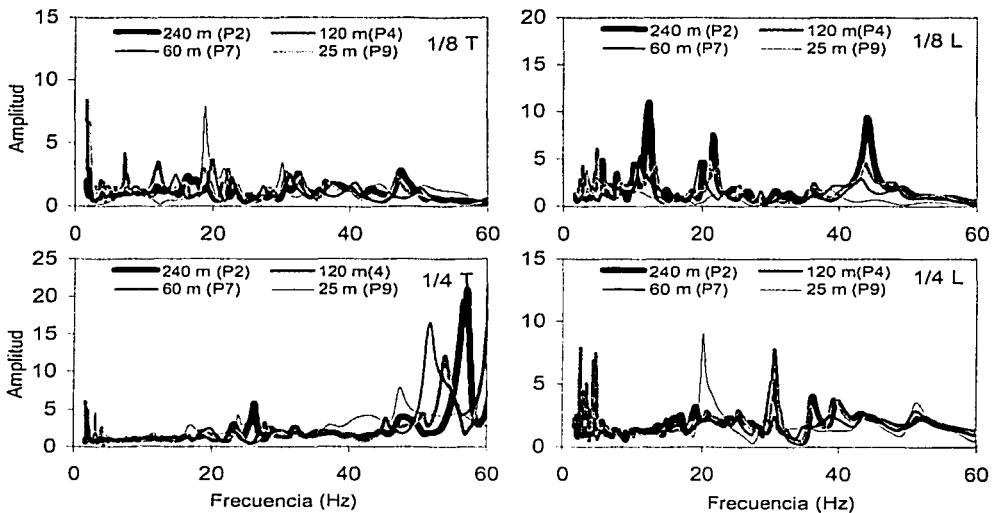


Fig F16 Funciones de trasferencia de la casa 70

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

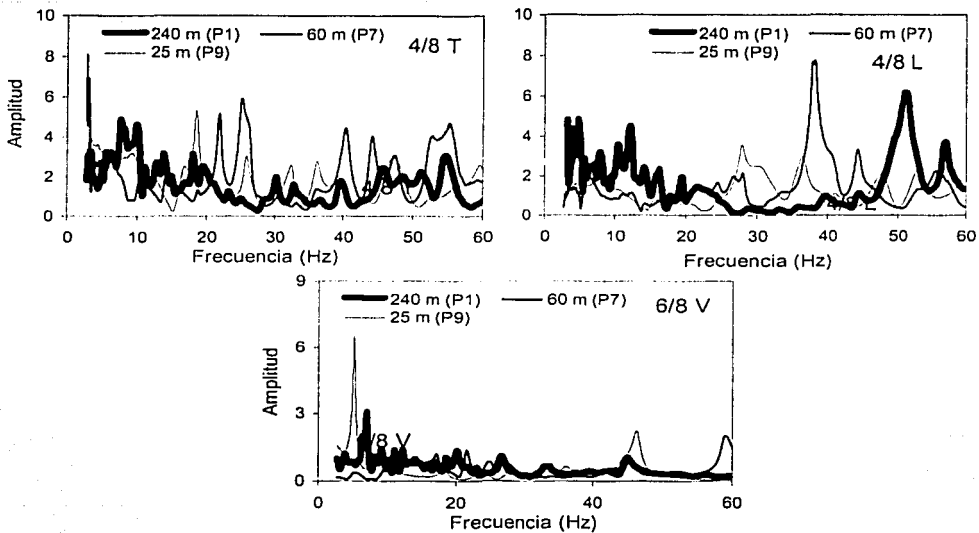


Fig F17 Funciones de trasferencia de la casa 67

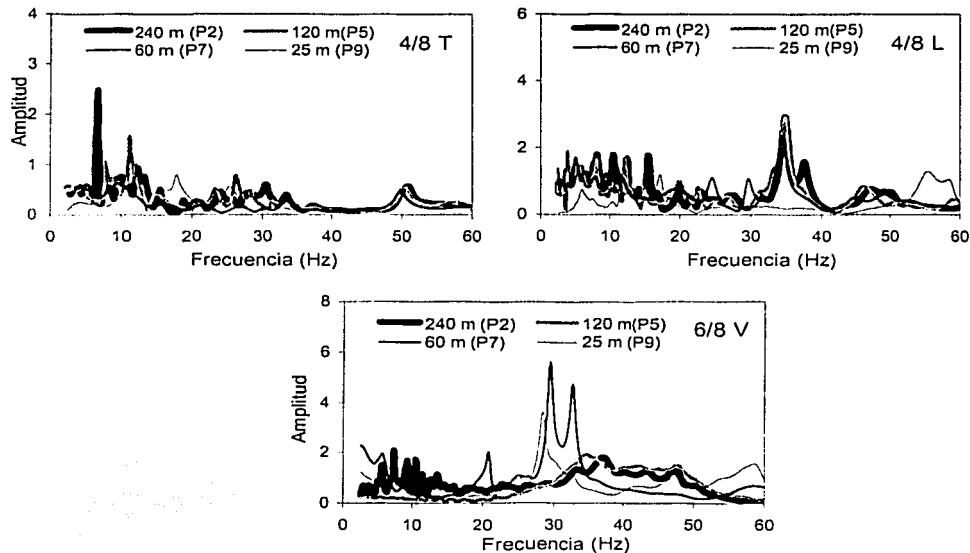


Fig F18 Funciones de trasferencia de la casa 66

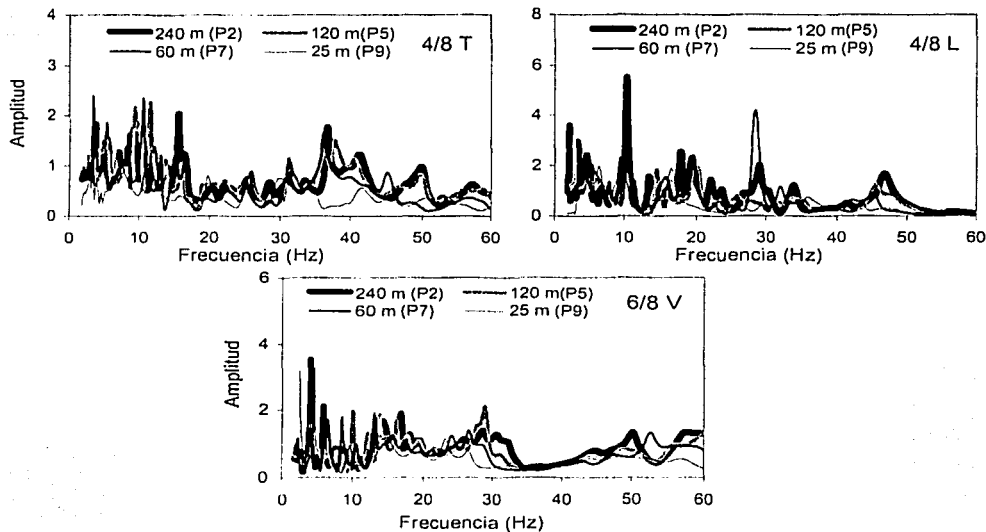


Fig F19 Funciones de trasferencia de la casa 7

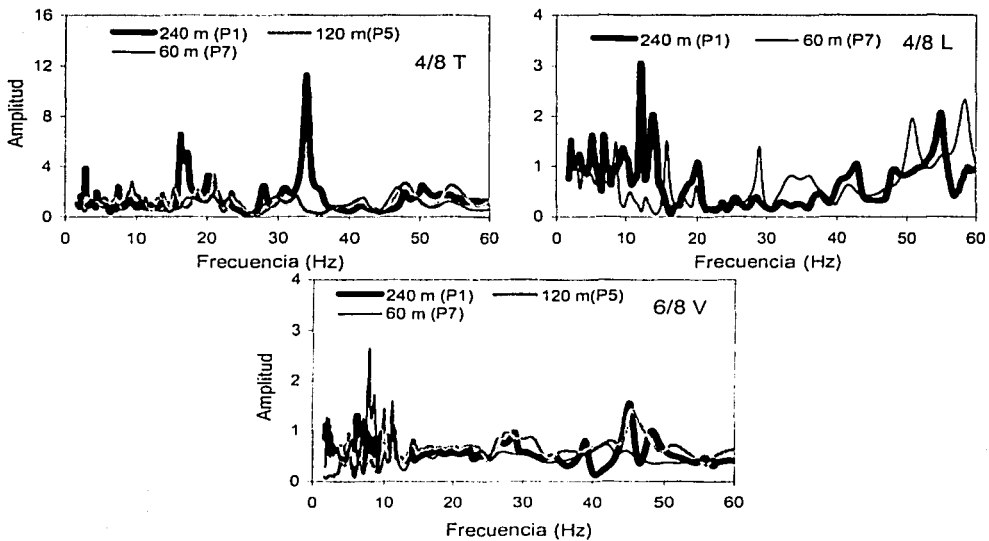


Fig F20 Funciones de trasferencia de la casa 11

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

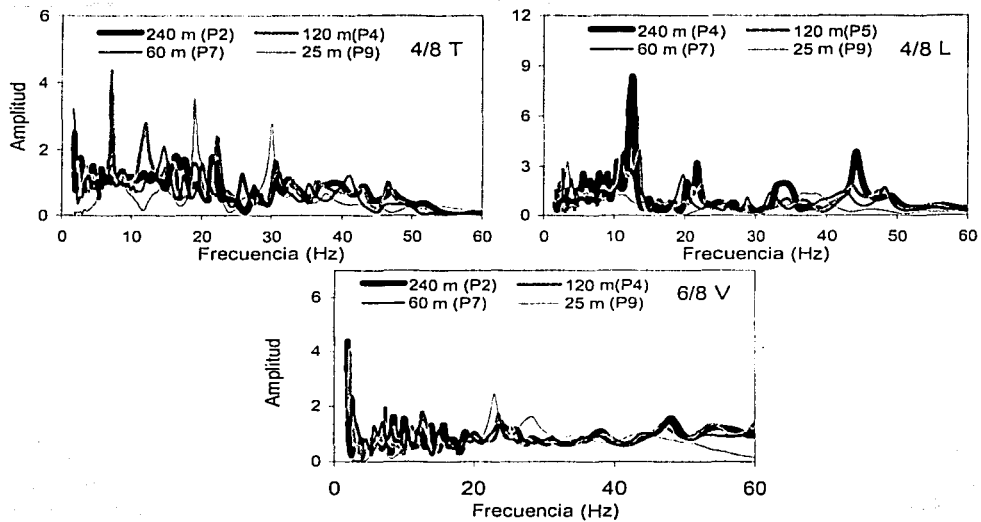


Fig F21 Funciones de trasferencia de la casa 70

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Apéndice G

Gráficas de amplitudes máximas versus $R/w^{1/3}$ o frecuencias

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

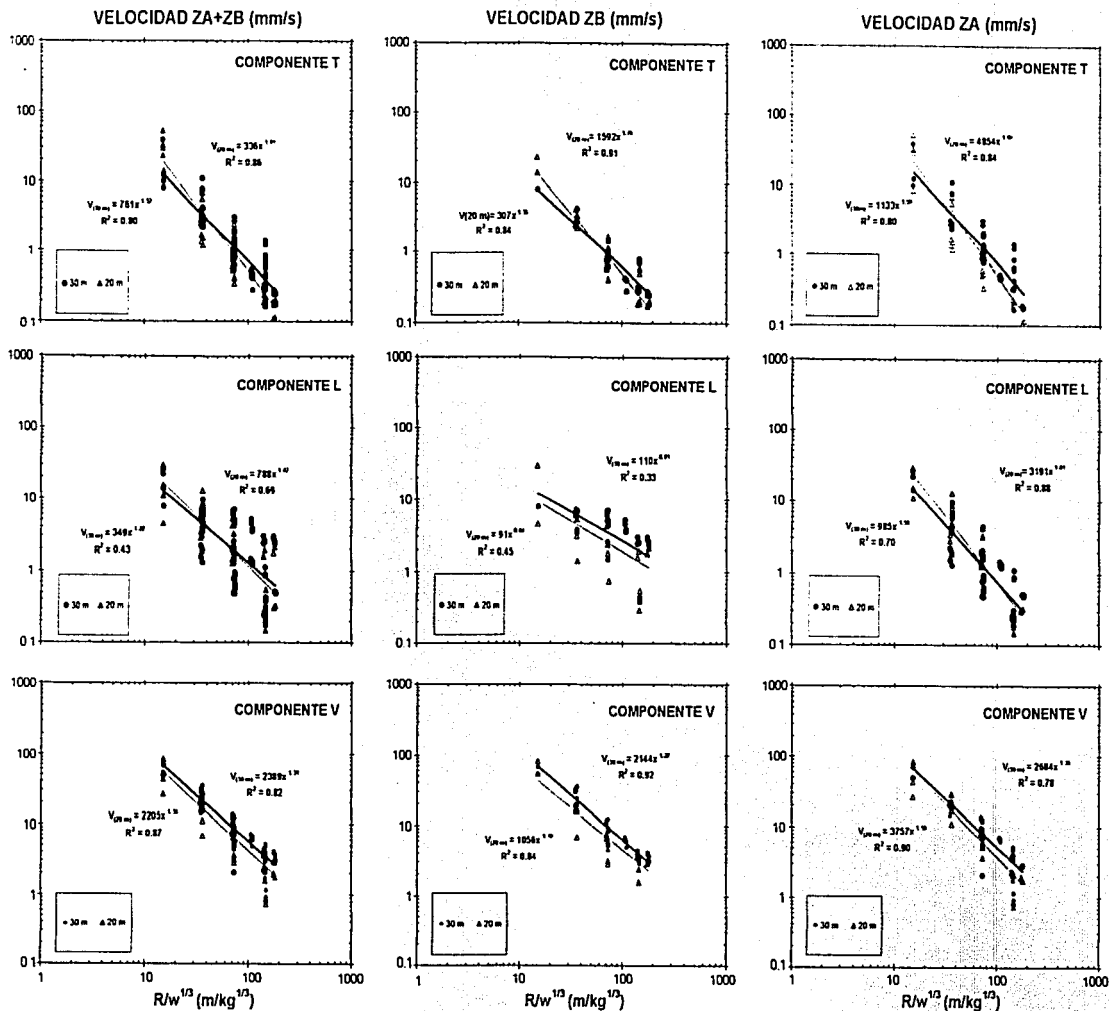


Fig G1 Curva de velocidades máximas del terreno (punto 8) versus $R/w^{1/3}$, distinguiendo los valores correspondientes a explosiones a 30 y 20 m de profundidad. ZB-Zona baja, ZA-Zona alta

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

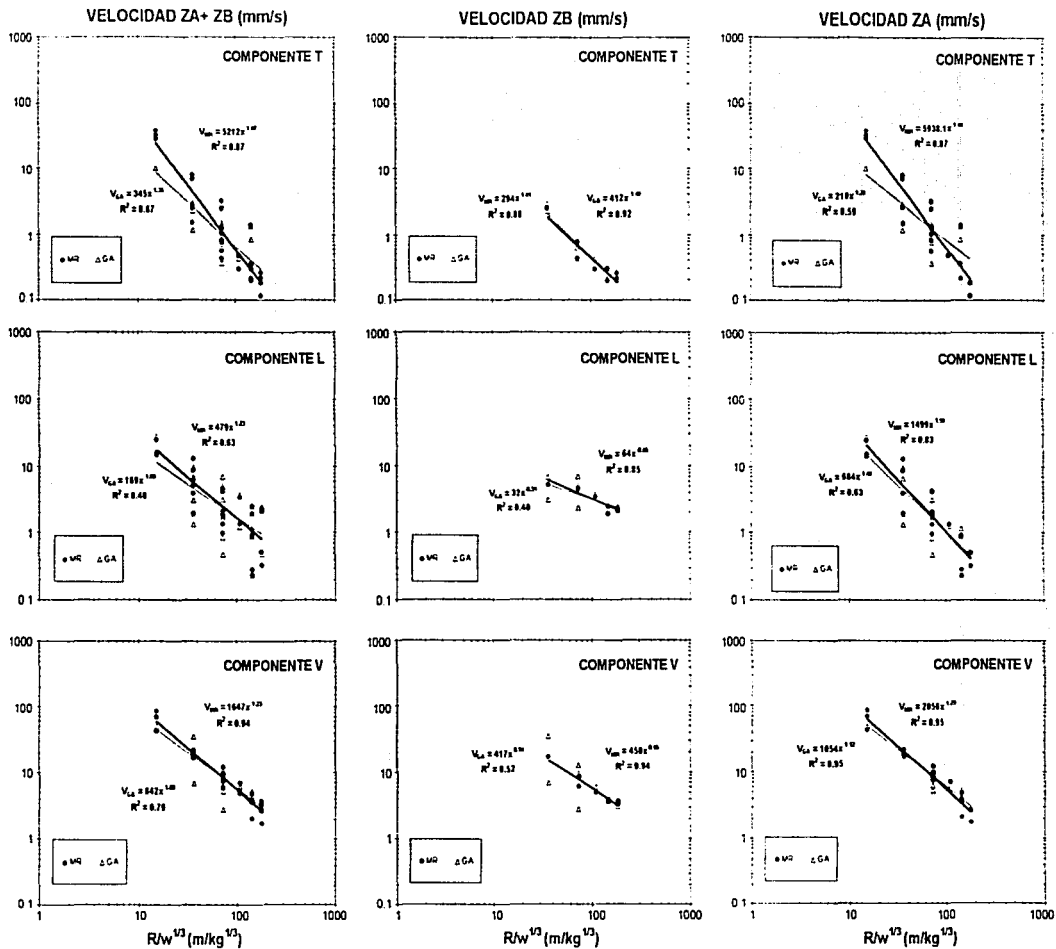
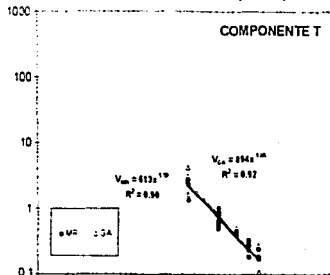
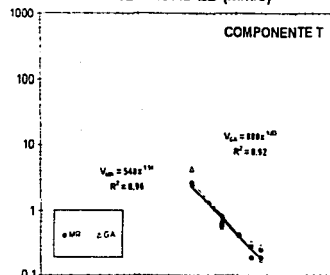


Fig G2 Curva de velocidades máximas del terreno (punto 8) versus $R/w^{1/3}$, distinguiendo los valores correspondientes a explosiones realizadas con taco de material de corte y taco de grava y arena, exclusivamente con explosivo Vibroge. ZB-Zona baja, ZA-Zona alta

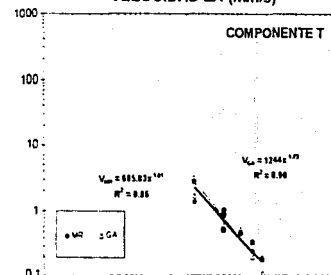
VELOCIDAD ZA + ZB (mm/s)



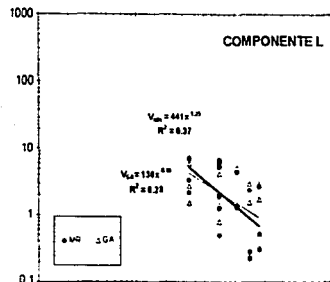
VELOCIDAD ZB (mm/s)



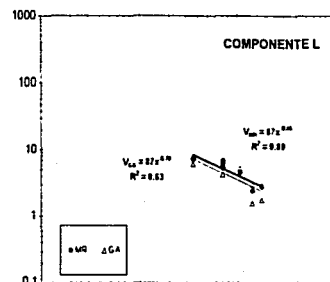
VELOCIDAD ZA (mm/s)



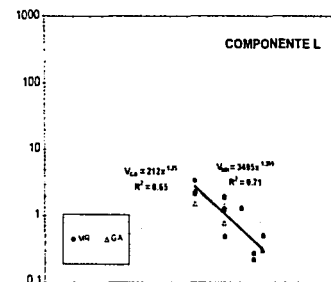
COMPONENTE L



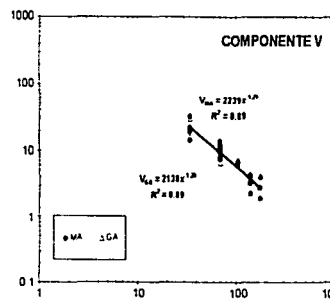
COMPONENTE L



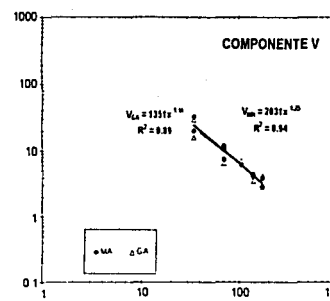
COMPONENTE L



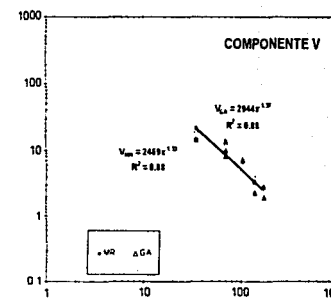
COMPONENTE V



COMPONENTE V



COMPONENTE V



TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Fig G3 Curva de velocidades máximas del terreno (punto 8) versus $R/w^{1/3}$, distinguiendo los valores correspondientes a explosiones realizadas con taco de material de recorte y taco de grava y arena, exclusivamente con explosivo Pentolite. ZB-Zona baja, ZA-Zona alta

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

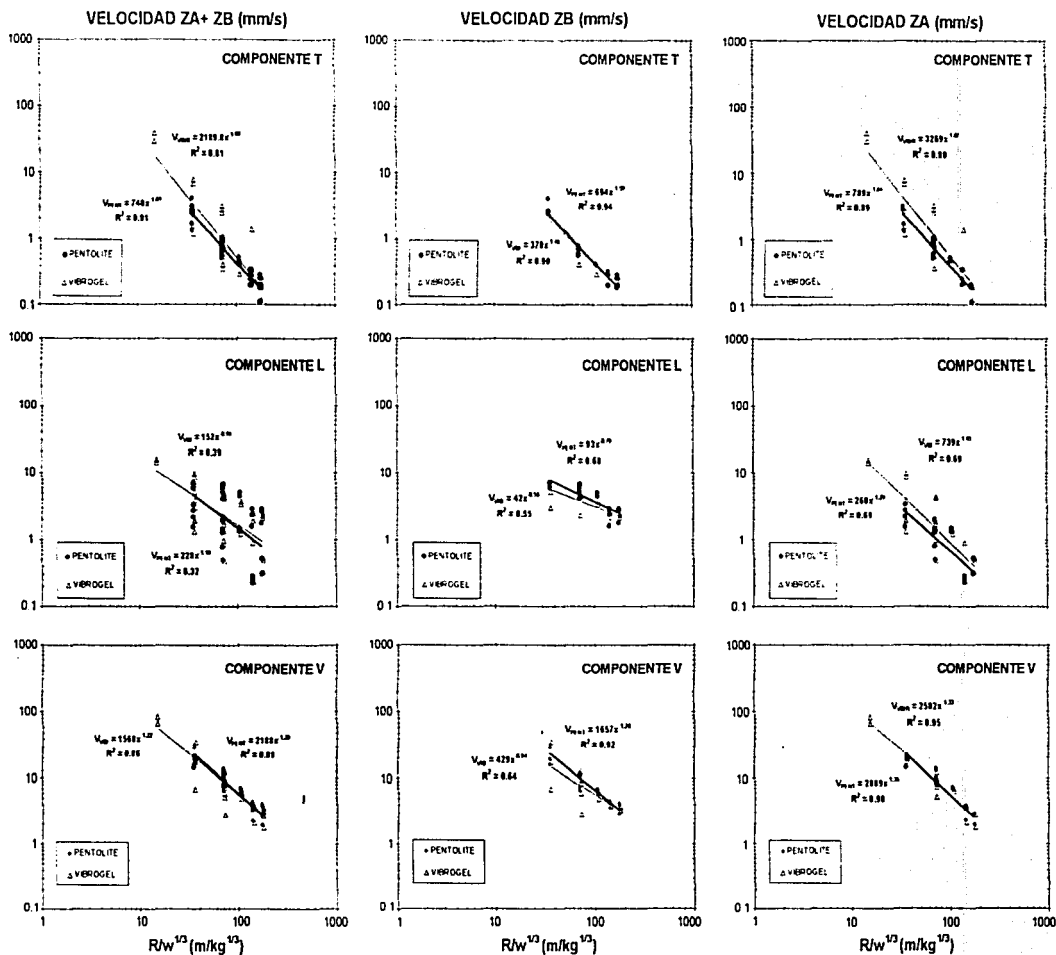


Fig G4 Curva de velocidades máximas del terreno (punto 8) versus $R/W^{1/3}$, distinguiendo los valores correspondientes a explosiones realizadas con explosivo Pentolite y VibroGel. ZB-Zona baja, ZA-Zona alta

TESIS CON
FALLA DE CUBIEN

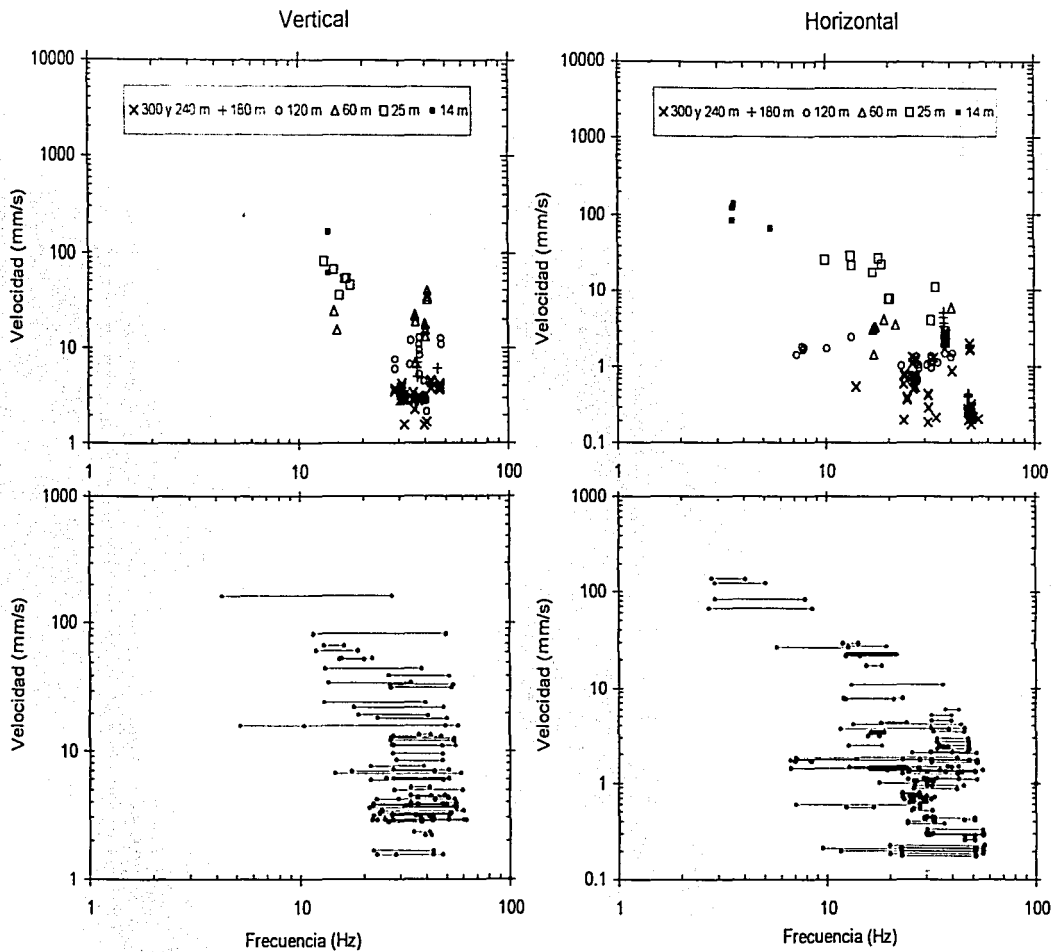


Fig G5 Gráficas de velocidades de partícula máximas-frecuencia para las casas de la zona baja

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

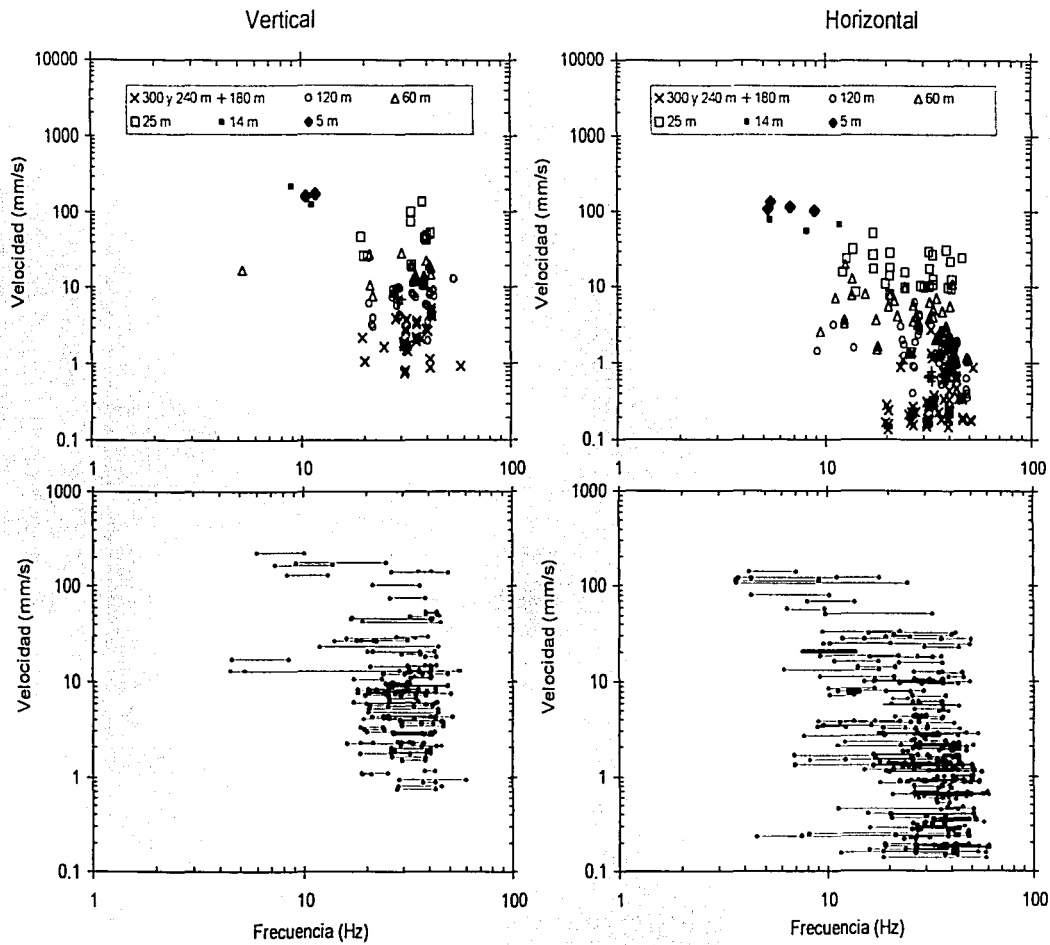


Fig G6 Gráficas de velocidades de partícula máximos-frecuencia para las casas de la zona alta